



**TUGAS AKHIR - RE 141581**

# **PERENCANAAN SISTEM PEMANENAN AIR HUJAN SEBAGAI ALTERNATIF PENYEDIAAN AIR BERSIH (STUDI KASUS ASRAMA ITS)**

**CENDYA QUARESVITA**  
**3312100049**

**Dosen Pembimbing**  
**Ir. Mas Agus Mardyanto, M.Sc., PhD**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2016**



**FINAL PROJECT - RE 141581**

# **DESIGN OF RAINWATER HARVESTING SYSTEM AS CLEAN WATER SUPPLY ALTERNATIVE (CASE STUDY ITS DORMITORY)**

**CENDYA QUARESVITA**  
**3312100049**

Dosen Pembimbing  
Ir. Mas Agus Mardyanto, M.Sc., PhD.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Intitute of Technology Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016

## LEMBAR PENGESAHAN

### PERENCANAAN SISTEM PEMANENAN AIR HUJAN SEBAGAI ALTERNATIF PENYEDIAAN AIR BERSIH (STUDI KASUS ASRAMA ITS)

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik  
pada

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

**CENDYA QUARESVITA**

NRP. 3312 100 049

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Mas Agus Mardiyanto, M.E., PhD

()



**SURABAYA**

**JUNI, 2016**



## **Perencanaan Sistem Pemanenan Air Hujan sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih (Studi Kasus Asrama ITS)**

Nama Mahasiswa : Cendya Quaresvita  
NRP : 3312100049  
Jurusan : Teknik Lingkungan FTSP ITS  
Dosen Pembimbing : Ir. Mas Agus Mardiyanto, M.E., PhD

### **ABSTRAK**

Asrama ITS dihuni oleh lebih dari 1000 mahasiswa. Penghuni asrama menggunakan air bersih lebih dari 3700 m<sup>3</sup>/bulan. Oleh karena itu, pihak pengelola harus mengeluarkan biaya yang tinggi untuk penyediaan air bersih. Sementara itu, Surabaya adalah kota dengan curah hujan yang tinggi. Air hujan dapat dimanfaatkan sebagai alternatif untuk menggantikan air bersih dari Perusahaan Daerah Air Mlnum (PDAM). Penerapan sistem ini dapat menjadi alternatif penyediaan air bersih untuk keperluan *non-potable water* sehari-hari. Perencanaan ini akan membahas potensi pemanenan air hujan untuk diaplikasikan di Asrama ITS Blok A, B, C, D, E, G, H, I, dan J.

Perencanaan pemanfaatan air hujan ini mempertimbangkan kualitas dan kuantitas air hujan di Asrama ITS. Sampel air hujan didapatkan dari aliran air hujan yang jatuh di atap asrama. Sampel air hujan tersebut kemudian dianalisis di Laboratorium. Jumlah air hujan yang dapat ditampung dari atap bangunan asrama dihitung dengan memperhatikan curah hujan rata-rata. Data curah hujan rata-rata didapatkan dari Stasiun Hujan terdekat, yaitu Keputih. Kebutuhan air bersih seluruh penghuni asrama kemudian dibandingkan dengan jumlah air yang dapat ditampung dari atap bangunan. Selisih dari perhitungan tersebut kemudian dihitung sebagai volume air yang ditampung.

Kualitas hujan menunjukkan nilai pH 6,75; kadar kesadahan 35,71 mg/L; dan Total Dissolved Solid (TDS) 336 mg/L. Berdasarkan PERMENKES No 492 Tahun 2010, nilai tersebut menunjukkan bahwa air hujan layak digunakan sebagai air bersih. Selama musim hujan, air hujan yang tertampung dapat menjadi

alternatif air bersih untuk penghuni asrama. Hasil dari analisis dalam perencanaan ini menunjukkan bahwa sistem ini dapat menghemat biaya air bersih sampai Rp 17.000.000,00 selama musim hujan.

**Kata kunci :** Air Hujan, alternatif air bersih, kualitas hujan, sistem pemanenan air hujan

## **Design of Rainwater Harvesting System as Clean Water Supply (Case Study ITS Dormitory)**

Nama of Student : Cendya Quaresvita  
NRP : 3312100049  
Study Programme : Environmental Engineering  
Supervisor : Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., PhD

### **ABSTRACT**

The ITS' dormitory serves more than one thousands students. They consume for about 3700 m<sup>3</sup>/month of clean water. Therefore, the management must spend much money for clean water expenses. On the other hand, Surabaya is a rain rich area. The rain water can be utilized as an alternative to replace the clean water obtained from the water enterprise (PDAM). This study presents the potential of rain water harvesting to be applied in the dormitory.

This rainwater harvesting system is considering the quality and quantity of rainwater in ITS' Dormitory. Rain water was sampled from the roof. The quality of rainwater was then analyzed. The quantity of rainwater caught by the building's roof was calculated based on the average rainfall. The rainfall data was obtained from the nearbyKeputih Raingauge Station. The amount of water used by the dormitory was compared to the one caught by the roof. The difference was considered as saving water.

The quality of the collected rain water was as follows: pH value is 6.75; 35.71 mg/L of hardness; and total dissolved solid (TDS) is 336 mg/L. According to the Decree of Minister of Health No. 492 2010, the rainwater could be used as clean water. During the rainy season, the caught rain water could replace the water needed for daily use of the tenants. The results of analysis showed that the use of rainwater for alternative of clean water save up to IDR 17,000,000.00 per month during the rainy season.

**Keyword---** cleanwater, rainwater, rainwater harvesting, rainwater quality

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Tujuan .....	2
1.4    Ruang Lingkup .....	3
1.5    Manfaat Penulisan .....	3
BAB II .....	5
TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1    Pemanenan Air Hujan .....	5
2.1.1    Kualitas Air Hujan .....	5
2.1.2    Komponen Sistem Pemanenan Air Hujan .....	5
2.1.3    Tipe Sistem Pemanenan Air Hujan .....	6
2.2    Kebutuhan Air Bersih .....	8
2.3    Perhitungan Pemanenan Air Hujan .....	10
2.4    Aplikasi Sistem Pemanenan Air Hujan .....	14
BAB III .....	15
GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN .....	15
3.1    Gambaran Umum Asrama ITS .....	15
3.2    Bangunan Asrama .....	15
3.2.1    Kapasitas Asrama .....	15
3.2.2    Collection Area Asrama ITS .....	16
3.2.3    Sistem air bersih di Asrama ITS .....	16
BAB IV METODE PERENCANAAN .....	21
4.1    Deskripsi Umum .....	21
4.2    Kerangka Perencanaan .....	21
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....	27

5.1	Kualitas Air Hujan .....	27
5.2	Kebutuhan Air Bersih Asrama ITS.....	27
5.3	Luas Atap Bangunan Asrama.....	31
5.4	Curah Hujan.....	34
5.5	Waktu Pemanfaatan Sistem PAH.....	34
5.6	Komponen Sistem Pemanenan Air Hujan .....	36
5.6.1	Ground Reservoir .....	36
5.6.2	Talang Air .....	51
5.6.3	Bak Kontrol .....	65
5.7	Pemasangan Komponen Sistem PAH.....	66
5.8	Potensi Penghematan .....	67
5.9	Prosedur Operasional Pemanenan Air Hujan .....	78
BAB VI	BOQ DAN RAB .....	79
6.1	Bill of Quantity.....	79
6.1.1	Talang dan Perpipaan .....	79
6.1.2	Penggalian Tanah.....	84
6.1.3	Volume Urugan Pasir.....	85
6.1.4	Beton K225 .....	85
6.1.5	Bekisting Dinding .....	86
6.1.6	Plat Tutup .....	86
6.1.7	Tegel Keramik 30x30 cm .....	87
6.1.8	Volume Bak Kontrol .....	87
6.2	Rancangan Anggaran Biaya.....	87
BAB VII	KESIMPULAN .....	91
7.1	Kesimpulan .....	91
7.2	Saran .....	91
DAFTAR PUSTAKA	.....	93

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Contoh Pemasangan Komponen Sistem Pemanenan Air Hujan.....	7
<b>Gambar 2. 2</b> Hubungan antara unit beban alat plambing dengan laju aliran. ....	10
<b>Gambar 3. 1</b> Denah Asrama ITS .....	16
<b>Gambar 3. 2</b> (a) Letak Ground Reservoir di Blok A, (b) Letak Ground Reservoir di Blok H.....	17
<b>Gambar 3. 3</b> (a) dan (b) Kondisi Atap Asrama yang Tidak Dilengkapi dengan Talang Air .....	18
<b>Gambar 3. 4</b> Blok H Asrama ITS .....	18
<b>Gambar 3. 5</b> Blok A Asrama ITS.....	19
<b>Gambar 3. 6</b> Ground Reservoir untuk Blok A,C, D, F.....	19
<b>Gambar 4. 1</b> Kerangka Perencanaan .....	21
<b>Gambar 5. 1</b> (a) Atap Lantai 2 Bangunan Lama Asrama ITS....	32
<b>Gambar 5. 2</b> Denah Atap Bangunan Baru Asrama ITS (Blok G, H, I dan J) .....	33
<b>Gambar 5. 3</b> (a) Grafik supply hujan dan kebutuhan air blok A; (b) Grafik supply hujan dan kebutuhan air blok B; (c) ) Grafik supply hujan dan kebutuhan air blok C; (d) ) Grafik supply hujan dan kebutuhan air blok D; (e) Grafik supply hujan dan kebutuhan air blok E; (f) ) Grafik supply hujan dan kebutuhan air bangunan baru .....	48
<b>Gambar 5. 4</b> Tampak Atas Bak Kontrol .....	65
<b>Gambar 5. 5</b> Potongan A-A Bak Kontrol .....	65
<b>Gambar 5. 6</b> Pemasangan Talang pada Bangunan .....	67
<b>Gambar 5. 7</b> Detail Pemasangan Pipa Tegak dan Valve pada Bangunan .....	67

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b>	Pemakaian Air Rata-Rata .....	8
<b>Tabel 2. 2</b>	Beban maksimum yang diijinkan untuk talang atap...	13
<b>Tabel 3. 1</b>	Jumlah Penghuni Asrama Bangunan Lama .....	15
<b>Tabel 5. 1</b>	Hasil Uji Kualitas Air Hujan dan PDAM Asrama ITS..	27
<b>Tabel 5. 2</b>	Estimasi Kebutuhan Non Potable Water di Asrama ..	28
<b>Tabel 5. 3</b>	Kebutuhan Air di Bangunan Lama Asrama ITS .....	29
<b>Tabel 5. 4</b>	Luasan Atap Bangunan Asrama ITS .....	31
<b>Tabel 5. 5</b>	Curah Hujan Februari 2015 .....	34
<b>Tabel 5. 6</b>	Kapasitas per Tahun Ground Reservoir .....	35
<b>Tabel 5. 7</b>	Ground Reservoir Blok A .....	37
<b>Tabel 5. 8</b>	Ground Reservoir Blok B .....	39
<b>Tabel 5. 9</b>	<i>Ground Reservoir</i> Blok C .....	40
<b>Tabel 5. 10</b>	Ground Reservoir Blok D .....	42
<b>Tabel 5. 11</b>	Ground Reservoir Blok E .....	43
<b>Tabel 5. 12</b>	Ground Reservoir Bangunan Baru.....	45
<b>Tabel 5. 13</b>	Kapasitas Ground Reservoir .....	50
<b>Tabel 5. 14</b>	Dimensi Tangki Penyimpanan Air Hujan .....	51
<b>Tabel 5. 15</b>	Peringkat Data Hujan .....	51
<b>Tabel 5. 16</b>	Intensitas Hujan untuk Bangunan Asrama Lama (Blok A, B, C, D, E) .....	55
<b>Tabel 5. 17</b>	Intensitas Hujan untuk Bangunan Baru A .....	55
<b>Tabel 5. 18</b>	Beban Maksimum yang Diiijinkan untuk Talang Atap .....	56
<b>Tabel 5. 19</b>	Dimensi Talang dan Pipa Tegak Sistem PAH .....	58
<b>Tabel 5. 20</b>	Dimensi Pipa Datar Sistem PAH Asrama ITS .....	62
<b>Tabel 6. 1</b>	Kebutuhan Talang dan Pipa Sistem PAH .....	79
<b>Tabel 6. 2</b>	Kebutuhan Aksesoris Talang dan Pipa .....	81
<b>Tabel 6. 3</b>	Rencana Anggaran Biaya Sistem PAH Asrama ITS ..	88
<b>Tabel 5. 1</b>	Hasil Uji Kualitas Air Hujan dan PDAM Asrama ITS..	27
<b>Tabel 5. 2</b>	Estimasi Kebutuhan Non Potable Water di Asrama ..	28
<b>Tabel 5. 3</b>	Kebutuhan Air di Bangunan Lama Asrama ITS .....	29
<b>Tabel 5. 4</b>	Luasan Atap Bangunan Asrama ITS .....	31

<b>Tabel 5. 5</b>	Curah Hujan Februari 2015.....	34
<b>Tabel 5. 6</b>	Kapasitas per Tahun Ground Reservoir .....	35
<b>Tabel 5. 7</b>	Ground Reservoir Blok A .....	37
<b>Tabel 5. 8</b>	Ground Reservoir Blok B .....	39
<b>Tabel 5. 9</b>	<i>Ground Reservoir</i> Blok C .....	40
<b>Tabel 5. 10</b>	Ground Reservoir Blok D .....	42
<b>Tabel 5. 11</b>	Ground Reservoir Blok E .....	43
<b>Tabel 5. 12</b>	Ground Reservoir Bangunan Baru.....	45
<b>Tabel 5. 13</b>	Kapasitas Ground Reservoir .....	50
<b>Tabel 5. 14</b>	Dimensi Tangki Penyimpanan Air Hujan .....	51
<b>Tabel 5. 15</b>	Peringkat Data Hujan .....	51
<b>Tabel 5. 16</b>	Intensitas Hujan untuk Bangunan Asrama Lama (Blok A, B, C, D, E) .....	55
<b>Tabel 5. 17</b>	Intensitas Hujan untuk Bangunan Baru A .....	55
<b>Tabel 5. 18</b>	Beban Maksimum yang Diijinkan untuk Talang Atap .....	56
<b>Tabel 5. 19</b>	Dimensi Talang dan Pipa Tegak Sistem PAH .....	58
<b>Tabel 5. 20</b>	Dimensi Pipa Datar Sistem PAH Asrama ITS.....	62
<b>Tabel 5. 21</b>	Curah Hujan Rata-Rata November sampai Mei .....	68
<b>Tabel 5. 22</b>	Estimasi Persentase Peghematan Air Bersih PDAM dengan penerapan sistem PAH.....	68
<b>Tabel 5. 23</b>	Estimasi Penghematan Maksimum Penerapan Sistem PAH .....	73

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Warga kota Surabaya terancam kelangkaan air bersih dalam waktu 5-10 tahun ke depan. Kualitas dan kuantitas air bersih sering dikeluhkan warga. Selain akibat jaringannya tua sehingga rawan kebocoran, stok produksi (PDAM) Surabaya menipis (Rahardjo, 2014). Lokasi Surabaya yang jauh dari mata air dan kualitas air permukaan yang buruk membuat diperlukannya alternatif sumber air yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan air bersih. Kondisi sumber air bersih yang mengalami penurunan dan tingkat kebutuhan air bersih yang tetap atau bahkan meningkat, memerlukan upaya konservasi dan penghematan agar sumber daya air terlindungi. Hal ini telah diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air.

Pemanenan air hujan merupakan salah satu teknologi sederhana yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan air bersih. Pemanenan air hujan ini menunjukkan hasil yang cukup efektif dalam pengaplikasiannya di beberapa negara, misalnya Malaysia. Penerapan sistem pemanenan air hujan di rumah bertingkat di Malaysia dapat menghemat *supply* air sebesar 34% (Lee *et al.*, 2016). Selain itu, menurut Furumai (2008) pemanenan air hujan dapat memenuhi 20-60% kebutuhan air di stadium Tokyo. Penerapan sistem ini di Surabaya dengan curah hujan rata-rata sekitar 2000 mm/tahun, diharapkan dapat menjadi alternatif penyediaan air bersih yang dapat diperhitungkan.

Institut Teknologi Sepuluh Nopember sebagai kampus yang mengusung tema *Eco-campus*, seharusnya memiliki sarana dan prasarana yang ramah dan berwawasan lingkungan untuk menunjang aktivitasnya. Patel *et al* (2014) dalam proyek PAH di perguruan tinggi India mengungkapkan bahwa penerapan sistem PAH dapat mengatasi permasalahan air bersih dan memberikan keuntungan bagi semua pihak. Salah satu fasilitas kampus yang sesuai untuk diterapkan sistem pemanenan air hujan adalah asrama mahasiswa. Asrama ITS yang dihuni oleh kurang lebih seribu mahasiswa mengkonsumsi air bersih dari PDAM dengan jumlah yang sangat besar. Dengan tarif PDAM sebesar Rp

7.500,00 per m<sup>3</sup> (pdam-sby.go.id, 2012), anggaran yang harus dikeluarkan oleh ITS setiap bulannya untuk kebutuhan air bersih asrama ITS diestimasikan lebih dari Rp 33.000.000,00.

Kebutuhan air yang relatif besar dan fluktuasi kuantitas serta kualitas air di asrama ITS ini membuatnya sesuai untuk diterapkan sistem pemanen air hujan. Sistem pemanenan air hujan akan mengurangi konsumsi air bersih dan secara tidak langsung akan mengurangi biaya yang dikeluarkan untuk pembayaran air PDAM. Air hujan dapat digunakan untuk kebutuhan penggelontoran *water closet* (wc), menyiram tanaman, mencuci, menjaga kebersihan rumah dan dapur. Perencanaan ini akan menghasilkan design alternatif sistem pemanenan air hujan beserta perhitungan *bill of quantity* dan rencana anggaran biaya yang sesuai untuk diterapkan di Asrama ITS.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada perencanaan sistem penampungan air hujan sebagai alternatif kebutuhan air bersih di Asrama ITS ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merencanakan sistem pemanenan air hujan untuk alternatif kebutuhan air bersih di Asrama ITS?
2. Berapa besar efisiensi dan penghematan dari sistem pemanenan air hujan yang diterapkan?
3. Berapa *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang meliputi biaya konstruksi dan pemeliharaan untuk perencanaan sistem pemanenan air hujan?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Merencanakan sistem pemanenan air hujan untuk alternatif kebutuhan air bersih di Asrama ITS
2. Menganalisis efisiensi dan penghematan dari penerapan sistem pemanenan air hujan
3. Menghitung besarnya nilai Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang meliputi biaya konstruksi dan pemeliharaan sistem pemanenan air hujan.



#### **1.4 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup yang digunakan dalam perencanaan ini adalah:

1. Perencanaan sistem penampungan air hujan (*rainwater harvesting*) akan direncanakan di bangunan gedung asrama ITS (Blok A,B,C,D,E,G,H,I,J)
2. Air hujan akan dimanfaatkan sebagai nonpotable water (penggelontor toilet, cuci, siram tanaman)
3. Sampling air hujan dilakukan pada bulan Februari–Maret 2016
4. Baku mutu kualitas hujan mengacu pada PERMENKES No 492 Tahun 2010
5. Aspek yang akan dikaji adalah aspek teknis dan aspek ekonomi
6. Perencanaan akan mempertimbangkan:
  - Waktu pemanfaatan air hujan adalah selama periode bulan hujan (November-Mei)
  - Sumber air yang digunakan: air hujan dan campuran air hujan dan air PDAM
7. Sistem perpipaan yang direncanakan meliputi adalah sistem perpipaan dari area tangkapan hujan menuju tangki penampungan air hujan
8. Perhitungan efisiensi dan penghematan dari pemanfaatan air hujan dihitung untuk pemakaian satu (1) bulan.
9. HSPK yang diacu adalah HSPK Kota Surabaya Tahun 2015

#### **1.5 Manfaat Penulisan**

Manfaat yang dapat diambil dari perencanaan ini adalah:

1. Bagi penulis dapat merencanakan sistem pemanenan air hujan sebagai alternatif pemenuhan kebutuhan air bersih di bangunan komersial
2. Bagi pihak Asrama ITS mendapatkan informasi mengenai alternatif pemenuhan kebutuhan air bersih dan presentase penghematan yang didapatkan dari sistem pemanenan air hujan
3. Bagi masyarakat dapat memberikan informasi mengenai teknologi alternatif kebutuhan air bersih dengan pemanfaatan air hujan.

*"Halaman Sengaja Dikosongkan"*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pemanenan Air Hujan**

Pemanenan air hujan (PAH) merupakan metode atau teknologi yang digunakan untuk mengumpulkan air hujan yang berasal dari atap bangunan, permukaan tanah, jalan atau perbukitan batu dan dimanfaatkan sebagai salah satu sumber suplai air bersih. Air hujan merupakan sumber air yang sangat penting terutama di daerah yang tidak terdapat sistem penyediaan air bersih, kualitas air permukaan yang rendah serta tidak tersedia air tanah (Abdulla dan Al Shareef, 2009).

##### **2.1.1 Kualitas Air Hujan**

Air hujan memiliki nilai kesadahan rendah (0) sehingga tidak membutuhkan proses pengolahan yang canggih (Jothiprakash dan Santhe, 2009). Meskipun air hujan secara umum bebas dari polusi industri, mikroorganisme, logam berat dan bahan berbahaya lainnya yang ada pada air permukaan dan air tanah, air hujan dapat terkontaminasi oleh *atmospheric pollution* yang terjadi di perkotaan. Mikroorganisme, walaupun biasanya tidak terdapat di air hujan, dapat tumbuh selama penampungan dan dapat mencemari tangki dan prasarana lainnya (Chain, 2014).

##### **2.1.2 Komponen Sistem Pemanenan Air Hujan**

Sistem PAH umumnya terdiri dari beberapa sistem yaitu: tempat menangkap hujan (*collection area*), saluran air hujan yang mengalirkan air hujan dari tempat menangkap hujan ke tangki penyimpanan (*conveyance*), filter, reservoir (*storage tank*), saluran pembuangan, dan pompa (Abdulla dan Al Shareef, 2009).

###### **1. Area penangkapan air hujan (*collection area*)**

Tempat penangkapan air hujan dan bahan yang digunakan dalam konstruksi permukaan tempat penangkapan air hujan mempengaruhi efisiensi pengumpulan dan kualitas air hujan. Bahan-bahan yang digunakan untuk permukaan tangkapan hujan harus tidak beracun dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan kualitas air hujan (UNEP, 2001). Umumnya bahan yang digunakan adalah bahan anti

karat seperti alumunium, besi galvanis, beton, *fiberglass shingles* (Amin dan Han, 2009).

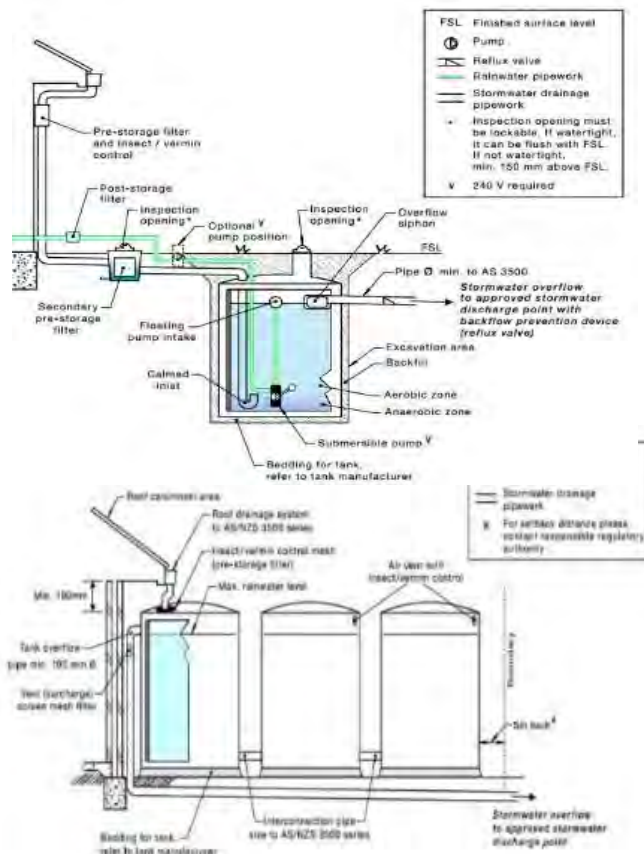
2. Sistem pengaliran air hujan (*conveyance system*)  
Terdiri dari saluran pengumpul atau pipa yang mengalirkan air hujan yang turun di atap ke tangki penyimpanan (*cistern or tanks*). Saluran pengumpul atau pipa mempunyai ukuran, kemiringan dan dipasang sedemikian rupa agar kuantitas air hujan dapat tertampung semaksimal mungkin (Abdulla dan Al Shareef, 2009).
3. *Filter*  
Digunakan untuk menyaring sampah (daun, plastik, ranting, dll) yang ikut bersama air hujan dalam saluran penampung sehingga kualitas air hujan terjaga. Dalam kondisi tertentu, filter harus bisa dilepas dengan mudah dan dibersihkan dari sampah.
4. Tangki (*Cistern or tank*) alami (kolam atau dam) dan tangki buatan  
Tempat untuk menyimpan air hujan, dapat berupa tangki di atas tanah atau di bawah tanah (*ground tank*).
5. *First flush device*  
Apabila kualitas air hujan merupakan prioritas, saluran pembuang air hujan yang tertampung pada menit-menit awal harus dibuang. Tujuan fasilitas ini adalah untuk meminimalkan polutan yang ikut bersama air hujan.
6. Pompa (*Pump*)  
Dibutuhkan apabila tangki penampung air hujan berada di bawah tanah (Yulistyorini, 2011).

### **2.1.3 Tipe Sistem Pemanenan Air Hujan**

Beberapa sistem PAH yang dapat diterapkan adalah sebagai berikut:

- a. Sistem atap (*roof system*)  
Menggunakan atap rumah secara individual memungkinkan air yang akan terkumpul tidak terlalu signifikan, oleh karena itu diperlukan penerapan secara masak untuk mendapatkan hasil yang signifikan.
- b. Sistem permukaan tanah (*land surface catchment areas*)  
Menggunakan permukaan tanah merupakan metode yang sangat sederhana untuk mengumpulkan air hujan.

Dibandingkan dengan sistem atap, PAH dengan sistem ini lebih banyak mengumpulkan air hujan dari daerah tangkapan yang lebih luas. Air hujan yang terkumpul dengan sistem ini lebih cocok digunakan untuk pertanian, karena kualitas air yang rendah. Air ini dapat ditampung dalam embung atau danau kecil. Namun, ada kemungkinan sebagian air yang tertampung akan meresap ke dalam tanah.



**Gambar 2. 1** Contoh Pemasangan Komponen Sistem Pemanenan Air Hujan  
Sumber : Anonymous, 2008

## 2.2 Kebutuhan Air Bersih

Setiap jenis bangunan gedung memiliki konsumsi air bersih yang berbeda-beda. Pada Tabel 2.1 tercantum jumlah kebutuhan air bersih per orang per hari untuk masing-masing jenis kegiatan.

**Tabel 2. 1** Pemakaian Air Rata-Rata

No	Penggunaan Gedung	Pemakaian Air	Satuan
1	Rumah Tinggal	120	Liter/penghuni/hari
2	Rumah susun	100	Liter/penghuni/hari
3	Asrama	120	Liter/penghuni/hari
4	Rumah Sakit	500	Liter/tempat tidur pasien/hari
5	Sekolah Dasar	40	Liter/siswa/hari
6	SLTP	50	Liter/siswa/hari
7	SMU/SMK dan lebih tinggi	80	Liter/siswa/hari
8	Ruko/ Rukan	100	Liter/penghuni dan pegawai/hari
9	Kantor/ Pabrik	50	Liter/pegawai/hari
10	Toserba, toko pengecer	5	Liter/m <sup>2</sup>
11	Restoran	15	Liter/kursi
12	Hotel berbintang	250	Sumber : Anonymous, 2008 Liter/tempat tidur/hari
13	Hotel melati/ Penginapan	150	Liter/tempat tidur/hari
14	Gedung pertunjukan, Bioskop	10	Liter/kursi
15	Gedung Serba Guna	25	Liter/kursi
16	Stasiun, terminal	3	Liter/penumpang tiba dan pergi
17	Peribadatan	5	Liter/orang, (belum dengan air wudhu)

Sumber : SNI 03-7065-2005

Penaksiran kebutuhan air menurut Noerbambang dan Morimura (2000), dapat menggunakan beberapa metode. Metode tersebut adalah:

1. Metode Jumlah Penghuni

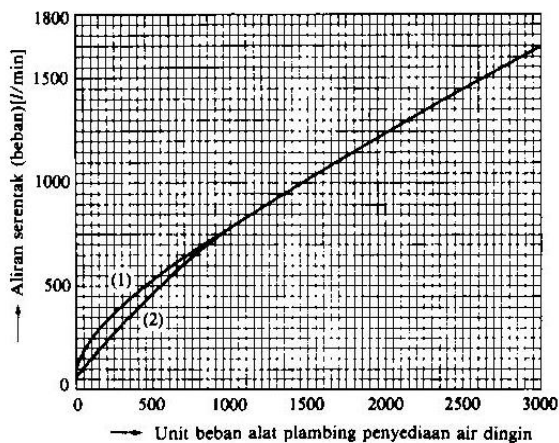
Berdasarkan pemakaian rata-rata air per hari tiap penghuni dan perkiraan jumlah penghuni. Apabila jumlah penghuni tidak diketahui, maka penaksiran dilakukan berdasarkan luas lantai dengan menetapkan kepadatan hunian per luas lantai (umumnya sebesar 5-10 m<sup>2</sup>/orang). Luas lantai yang dimaksudkan adalah luas lantai efektif. Kisaran dari luas lantai efektif ini adalah antara 55-80% dari luas lantai seluruhnya.

2. Metode Jumlah dan Jenis Alat Plumbing

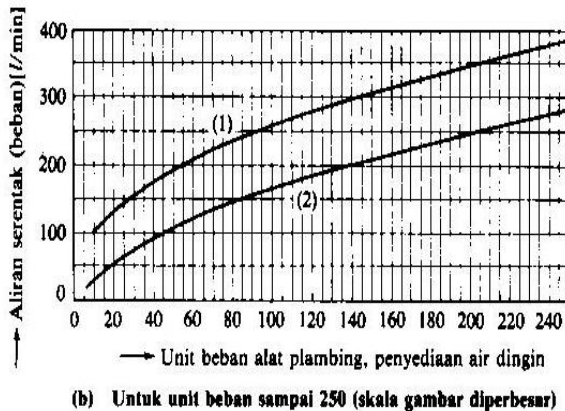
Metode ini digunakan apabila kondisi pemakaian alat plumbing dapat diketahui, misalnya untuk perumahan atau gedung kecil lainnya. Juga harus diketahui jumlah dari setiap jenis alat plumbing dalam gedung tersebut.

3. Metode Berdasarkan Unit Beban Alat Plumbing

Dalam metode ini untuk setiap alat plumbing ditetapkan suatu unit beban. Untuk setiap bagian pipa dijumlahkan besarnya unit beban dari semua alat plumbing yang dilayaninya, dan kemudian dicari besarnya laju aliran air dengan kurva (Gambar 2.1). Kurva ini memberikan hubungan antara jumlah unit beban alat plumbing dengan laju aliran air, dengan memasukkan faktor kemungkinan penggunaan serempak dari alat-alat plumbing.



(a) Untuk unit beban sampai 3000



**Gambar 2. 2** Hubungan antara unit beban alat plambing dengan laju aliran.  
 Kurva (a) untuk sistem yang sebagian besar dengan katup gelontor)  
 Kurva (b) untuk sistem yang sebagian besar dengan tangki gelontor

### 2.3 Perhitungan Pemanenan Air Hujan

Dalam melakukan perhitungan prasarana pemanenan air hujan memerlukan berbagai pertimbangan komponen pembiayaan yaitu pembiayaan dalam penyediaan sistem, biaya operasional sistem, dan juga biaya perawatan sistem. Pada sistem pemanenan air hujan dalam berbagai skala baik skala individu maupun skala yang lebih luas seperti skala kota memerlukan komponen-komponen penyediaan sistem yang sama. Namun, semakin besar skala pengumpulan air hujan dan operasi sistem pemanenan air hujan yang dilakukan, maka volume yang dibutuhkan juga semakin besar untuk setiap komponen pembiayaannya (Nazharia dan Maryati, 2014).

Pada perencanaan volume tangki ataupun kolam penampungan air hujan dapat ditentukan melalui keseimbangan perhitungan *supply* dan *demand* akan air masyarakat sehari-harinya.

#### 1. Perhitungan *Supply* Air Hujan

Perhitungan *supply* air hujan diperlukan untuk mengetahui volume air hujan yang dapat ditampung, melalui perhitungan:

$$S = A \times M \times F \quad \dots\dots\dots (2.1)$$



Keterangan:

S: *Supply* air hujan yang dapat ditampung ( $m^3$ )

A: luas area tangkapan air hujan/luas atap rumah penduduk ( $m^2$ )

F: Koefisien *runoff* (0,80)

Koefisien *runoff* merupakan jumlah dari seberapa banyak curah hujan yang akan dapat mengalir setelah terjadinya penguapan. Umumnya banyaknya air hujan yang dapat ditampung adalah sebesar 80% dan sebesar 20% di asumsikan menguap diudara atau tidak dapat tertangkap sepenuhnya. Sehingga nilai koefisien *runoff* yang digunakan adalah sebesar 0,80.

## 2. Perhitungan Kebutuhan Air (*Demand*)

Kebutuhan air hujan merupakan volume air hujan yang akan digunakan penduduk untuk keperluan sehari-hari selama satu bulan. Untuk mengetahui kebutuhan air penduduk, maka dapat menggunakan rumus :

$$B = D \times P \times 30 \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

B: Total kebutuhan air dalam sat.u bulan ( $m^3$ )

D: Kebutuhan air satu orang dalam satu hari ( $m^3$ )

P: Jumlah pengguna (jiwa)

## 3. Perhitungan Volume Bak Penampungan

Perencanaan volume bak penampungan harus seimbang antara *supply* dan *demand*. Perhitungan volume bak penampungan ini dapat dilakukan dengan rumus:

$$V = S - B \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

V: Volume bak penampung pada akhir bulan ( $m^3$ )

S: Kemampuan volume bak menampung air hujan dalam satu bulan ( $m^3$ )

B: Kebutuhan air minum dalam satu bulan ( $m^3$ )

(Nazharia dan Maryati, 2014)

## 2.4 Hujan Rencana

Menurut Fairizi (2015), penentuan besar hujan rencana memerlukan data hujan jangka pendek atau data hujan harian maksimum. Metode yang dapat digunakan untuk menentukan data

hujan maksimum ini antara lain metode distribusi normal dan gumbel.

#### 2.4.1 Metode Distribusi Normal

Metode distribusi normal adalah fungsi distribusi kumulatif normal yang dikenal dengan nama distribusi Gauss. Rumus dalam distribusi ini adalah:

$$X_T = \bar{x} + K_T \times S \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana:

$X_T$  = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

$\bar{x}$  = nilai rata-rata

S = standar deviasi

$K_T$  = faktor frekuensi

#### 2.4.2 Metode Distribusi Gumbel

Metode distribusi gumbel banyak digunakan dalam analisis frekuensi hujan. Rumus yang digunakan adalah

$$X_{Tr} = \bar{x} + \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \times S \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana:

$X_{Tr}$  = besar variable dengan kala ulang T tahun

$\bar{x}$  = nilai rata-rata

S = standar deviasi

K = faktor frekuensi dari gumbel

$Y_n$  = reduced mean yang tergantung jumlah sampel/ data n

$S_n$  = reduced standard deviation (tergantung jumlah sampel)

$Y_{Tr}$  = reduced variate

#### 2.5 Intensitas Hujan

Nilai rata-rata hujan maksimum harian digunakan dalam menentukan intensitas hujan yang jatuh ke permukaan atap. Intensitas hujan tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan monobe.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t_c}\right)^m \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

$$Tc = 0,0195 \times \left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0,77} \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:

$T_c$  = waktu konsentrasi

$R_{24}$  = curah hujan harian maksimum dalam 24 jam (mm)

$I$  = intensitas hujan (mm/jam)

$L$  = panjang saluran (m)

$S$  = kemiringan rerata saluran

(Nazharia dan Maryati, 2014)

## 2.6 Perencanaan dimensi Talang dan Perpipaan

Ukuran saluran pembuangan air hujan gedung dan setiap pipa cabang datarnya dengan kemiringan 4% atau lebih kecil menurut SNI 03-7065-2005 tercantum pada Tabel 2.2.

**Tabel 2. 2** Beban maksimum yang diijinkan untuk talang atap  
(dalam m<sup>2</sup> luas atap)

Ukuran Pipa mm	Pipa Tegak Air Hujan	Pipa Datar Pembuangan Air Hujan			Talang atap datar terbuka			
		Kemiringan			Kemiringan			
		1%	2%	4%	1/2 %	1%	2%	4%
50	63							
65	120							
80	200	75	105	150	15	20	30	40
100	425	170	245	345	30	45	65	90
125	800	310	435	620	55	80	115	160
150	1290	490	700	990	85	125	175	250
200	2690	1065	1510	2135	180	260	365	520
250		1920	2710	3845	330	470	665	945
300		3090	4365	6185				
350		5525	7800	11055				

CATATAN Tabel ini berdasarkan pada curah hujan 100 mm per jam. Bila curah hujan lebih besar, nilai luas pada tabel tersebut di atas harus disesuaikan dengan cara mengalikan nilai tersebut dengan 10 dibagi dengan kelebihan curah hujan dalam mm per jam.  
Pipa tegak air hujan yang tidak berbentuk pipa (silinder), maka dapat berbentuk lain asalkan pipa tersebut dapat masuk ke dalam penampang bentuk lain tersebut. **Talang atap yang tidak berbentuk setengah lingkaran harus mempunyai penampang luas yang sama.**

Sumber: SNI 03-7065-2005

## 2.7 Aplikasi Sistem Pemanenan Air Hujan

Dalam Patel et al. (2014) dapat diketahui bahwa sistem pemanenan air hujan telah diaplikasi di Kampus Sankalchand Patel Sahakar Vidhyadham (S.P.S.V), Visnagar, India. Permasalahan yang dihadapi di India adalah curah hujannya yang rendah, sehingga kelangkaan air menjadi salah satu permasalahan yang penting untuk diselesaikan. Perhitungan yang diperlukan dalam perencanaan adalah perhitungan kebutuhan air yang harus dipenuhi, jumlah air yang dapat ditampung, total area tangkapan hujan yang dimungkinkan, dan perhitungan volume hujan. Analisis hidrologi juga perlu dilakukan dalam perencanaan ini. Berdasarkan studi Patel *et al.* (2014), dengan curah hujan rata-rata di India sekitar 700-800 mm/tahun dan total area tangkapan hujan di seluruh wilayah kampus S.P.S.V sebesar 31342.28 m<sup>2</sup>, jumlah kuantitas air hujan yang dapat ditampung adalah sebesar 26671.37 m<sup>3</sup>. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem pemanenan air hujan di Kampus S.P.S.V, India merupakan upaya yang baik dalam permasalahan kelangkaan air.

Sistem pemanenan air hujan diterapkan sebagai alternatif penyediaan air bersih di Banda Aceh karena harga air yang mahal setelah bencana tsunami. Secara teknis, menurut Song *et al.* (2008) sistem PAH yang diterapkan di Aceh layak digunakan karena material yang mudah didapat dan relative murah, instalasi sistem yang sederhana dan mudah ditiru, perawatan yang mudah, kapasitas rencana penampungan air memenuhi kebutuhan, dan penggunaan *fabric tank* yang dapat menghemat biaya. Sedangkan secara aspek sosial, rendahnya kesadaran dan pengetahuan masyarakat setempat menjadi permasalahan dalam penggunaan sistem PAH (Song *et al.*, 2008).

## **BAB III**

### **GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN**

#### **3.1 Gambaran Umum Asrama ITS**

Asrama ITS adalah salah satu fasilitas hunian yang didirikan oleh pihak Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya untuk memfasilitasi mahasiswa baru ITS dari luar kota atau luar pulau. Gedung asrama ITS terdiri dari bangunan untuk mahasiswa perempuan dan mahasiswa laki-laki. Akses pintu gerbang ITS untuk menuju asrama ini adalah dari sisi selatan. Pada gambar 3.1 tercantum denah Asrama ITS. Layout Asrama ITS tercantum pada lampiran.

#### **3.2 Bangunan Asrama**

##### **3.2.1 Kapasitas Asrama**

Rincian dari kapasitas penghuni yang dapat ditampung di Asrama ITS ini adalah sebagai berikut:

1. Asrama gedung A, B, C, D, E

Blok A, B, C, dan D diperuntukan untuk mahasiswa perempuan. Sedangkan blok E ditempati oleh mahasiswa laki-laki. Pada asrama ini terdiri dari 55 kamar dengan kapasitas 1 orang (blok A dan E), 40 kamar yang masing-masing berkapasitas 2 orang, dan 41 kamar yang masing-masing berkapasitas 4 orang. Gedung ini terdiri dari 3 lantai. Rincian jumlah kamar di masing-masing blok tercantum pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Jumlah Penghuni Asrama Bangunan Lama

Blok	1 kamar 1 orang	1 kamar 2 orang	1 kamar 4 orang
A	14	24	-
B	8	4	10
C	12	4	10
D	11	4	11
E	10	4	10

Sumber: Data Asrama ITS

2. Asrama gedung G, H, I, J

Blok G dan I adalah bangunan asrama yang diperuntukan untuk mahasiswa laki-laki, sedangkan untuk mahasiswa perempuan menempati blok H dan J. Jumlah kamar di asrama

gedung G,H,I, dan J ini adalah 384 kamar yang masing-masing kamar diisi oleh 2 orang. Total jumlah penghuni di gedung ini adalah 768 orang. Gedung ini terdiri dari 4 lantai.



**Gambar 3. 1** Denah Asrama ITS

*Sumber: [www.earth.google.com](http://www.earth.google.com)*

### **3.2.2 Collection Area Asrama ITS**

Masing-masing gedung asrama ITS (Blok A, B, C, D, E, G, H, I, J) memiliki atap berupa genteng. Blok A, B, C, D, dan E memiliki luasan atap yang sama, yaitu : 982,18 m<sup>2</sup>. Blok G, H, I, dan J memiliki luasan atap yang sama, yaitu : 1219,08 m<sup>2</sup>. Gedung asrama tidak dilengkapi dengan talang air. Talang air di bangunan asrama hanya terdapat di Blok F, dimana blok ini digunakan sebagai kantor, ruang belajar mahasiswa, dan kantin asrama.

### **3.2.3 Sistem air bersih di Asrama ITS**

*Supply* air bersih di Asrama ITS diperoleh dari PDAM Kota Surabaya, dengan 2 jalur sambungan. Tidak terdapat alternatif air bersih lainnya di Asrama ITS. Bangunan asrama gedung lama (Blok A, B, C, D, dan E) memiliki sambungan PDAM yang berbeda dengan bangunan asrama gedung baru (Blok G, H, I, dan J).

Sistem air bersih eksisting di Asrama ITS terdiri dari *ground reservoir* dan *rooftank*. Blok A, C, D, dan F memiliki *ground reservoir* komunal, sedangkan untuk Blok B, E, G, H, I, dan J memiliki *ground reservoir* di masing-masing gedung (terpisah) yang terletak di bagian belakang gedung. Posisi *ground reservoir* di Asrama ITS tercantum pada lampiran.

Air yang tertampung di *ground reservoir* ini akan dipompakan menuju *rooftank* yang terletak di lantai teratas bangunan. *Rooftank* yang digunakan untuk setiap blok adalah *rooftank* dengan kapasitas 600 liter. Bangunan lama yaitu blok A, B, C, D, dan E mempunyai 2 buah *rooftank*. Sementara itu, untuk Blok G, H, I, dan J dilengkapi dengan 4 buah *rooftank*. Setelah dari *rooftank* ini, air PDAM akan didistribusikan ke masing-masing peralatan saniter di dalam gedung. Kondisi eksisting Asrama ITS dapat terlihat pada Gambar 3.2, 3.3, 3.4, dan 3.5.

Asrama ITS tidak mempunyai saluran pembuangan air hujan dari atap (talang air). Air hujan yang jatuh di area Asrama ITS akan dialirkan begitu saja di drainase dan sebagian tertampung di kolam-kolam. Pemanfaatan air hujan relatif belum dilakukan di Asrama ITS ini.



**Gambar 3.** 2(a) Letak Ground Reservoir di Blok A, (b) Letak Ground Reservoir di Blok H



(a)



(b)

**Gambar 3. 3** (a) dan (b) Kondisi Atap Asrama yang Tidak Dilengkapi dengan Talang Air



**Gambar 3. 4** Blok H Asrama ITS





**Gambar 3. 5** Blok A Asrama ITS



**Gambar 3. 6** Ground Reservoir untuk Blok A,C, D, F

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB IV**

### **METODE PERENCANAAN**

#### **4.1 Deskripsi Umum**

Perencanaan ini membahas mengenai pemanfaatan air hujan sebagai alternatif penyediaan air bersih. Lokasi yang digunakan sebagai studi kasus perencanaan ini adalah Asrama ITS. Kerangka perencanaan yang digunakan adalah merumuskan ide perencanaan, melakukan studi literatur, studi lapangan, pengujian kualitas hujan, pengolahan data dan perencanaan sistem. Pengujian kualitas bertujuan untuk menentukan kelayakan penggunaan air hujan di lokasi perencanaan untuk air bersih. Kemudian dilakukan pengambilan data sekunder dan primer pendukung perencanaan. Perencanaan ini dilakukan untuk alternatif penyediaan air bersih selama musim hujan. Setelah itu, akan dihitung potensi penghematan yang didapatkan oleh pihak Asrama ITS dari pemanfaatan air hujan ini.

#### **4.2 Kerangka Perencanaan**

Kerangka perencanaan tugas akhir ini bertujuan untuk memudahkan perencanaan dan penyusunan laporan tugas akhir. Kerangka perencanaan tercantum pada Gambar 4.1. Kerangka perencanaan ini meliputi:

- Ide Perencanaan  
Air bersih di Asrama ITS didapatkan dari PDAM dan dalam prakteknya, suplai air bersih masih sering mengalami permasalahan kualitas. Bangunan gedung, terutama dengan konsumsi air bersih yang tinggi, idealnya memiliki alternatif suplai air bersih yang dapat digunakan untuk pemenuhan kebutuhan *non-potable water* (tidak dapat diminum), seperti: *toilet flushing*, mencuci, dan menyiram tanaman. Alternatif ini dibutuhkan karena ITS sebagai kampus dengan semboyan Eco-campus seharusnya memiliki alternatif-alternatif pemenuhan kebutuhan energy, seperti misalnya alternatif air bersih. Hal tersebut yang mendasari ide perencanaan ini.
- Studi literatur  
Studi literatur dilakukan untuk memperoleh teori yang menunjang dalam perencanaan. Literatur yang digunakan dalam perencanaan ini berasal dari jurnal penelitian

(internasional dan nasional), penelitian sejenis yang sudah ada, serta *text book*. Hal-hal yang dipelajari dari literature tersebut adalah:

1. kebutuhan air bersih,
2. perhitungan kuantitas hujan,
3. perhitungan kapasitas bak penampung air hujan,

- Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk mendapatkan informasi kondisi eksisting di lokasi perencanaan. Studi lapangan dilakukan dengan kunjungan langsung ke lokasi dan wawancara dengan penanggung jawab Asrama ITS.

- Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan sebagai dasar dalam perencanaan. Data yang dikumpulkan ini berupa data primer dan sekunder.

1. Data primer

Data primer yang digunakan dalam perencanaan ini antara lain:

- Kualitas air hujan dan air PDAM di Asrama ITS
- Kondisi area penangkapan hujan yang dimungkinkan di Asrama ITS
- Kondisi dan sistem perpipaan air bersih eksisting di bangunan asrama.

Data ini diperlukan untuk mendapatkan kebutuhan air bersih seluruh penghuni asrama dan kapasitas penampungan air hujan serta desain yang cocok diterapkan untuk bangunan eksisting asrama.

2. Data sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan dalam perencanaan ini antara lain:

- Panjang, lebar, dan luas penampang tangkapan hujan
- Data curah hujan Kota Surabaya
- Kebutuhan air bersih per orang per hari
- Denah bangunan asrama
- Daftar harga

- Pengolahan Data dan Pembahasan

Pengolahan data dan pembahasan dilakukan setelah data-data primer dan sekunder telah didapatkan. Data yang terkumpul kemudian diolah untuk melakukan perencanaan

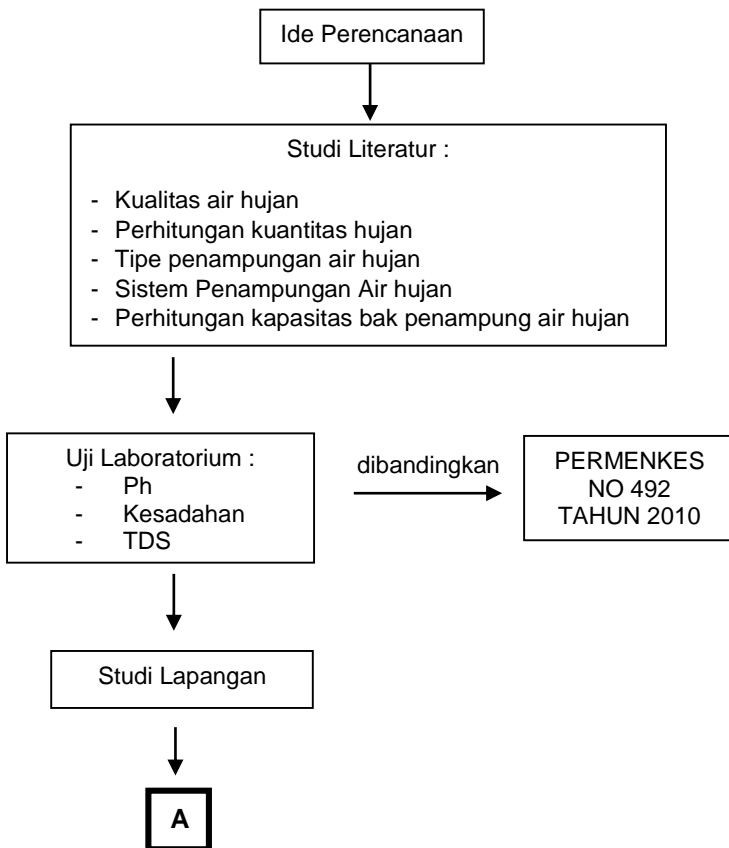
sistem pemanenan air hujan sebagai alternatif kebutuhan air bersih di Asrama ITS. Pengolahan data yang digunakan dalam menunjang perencanaan ini adalah sebagai berikut:

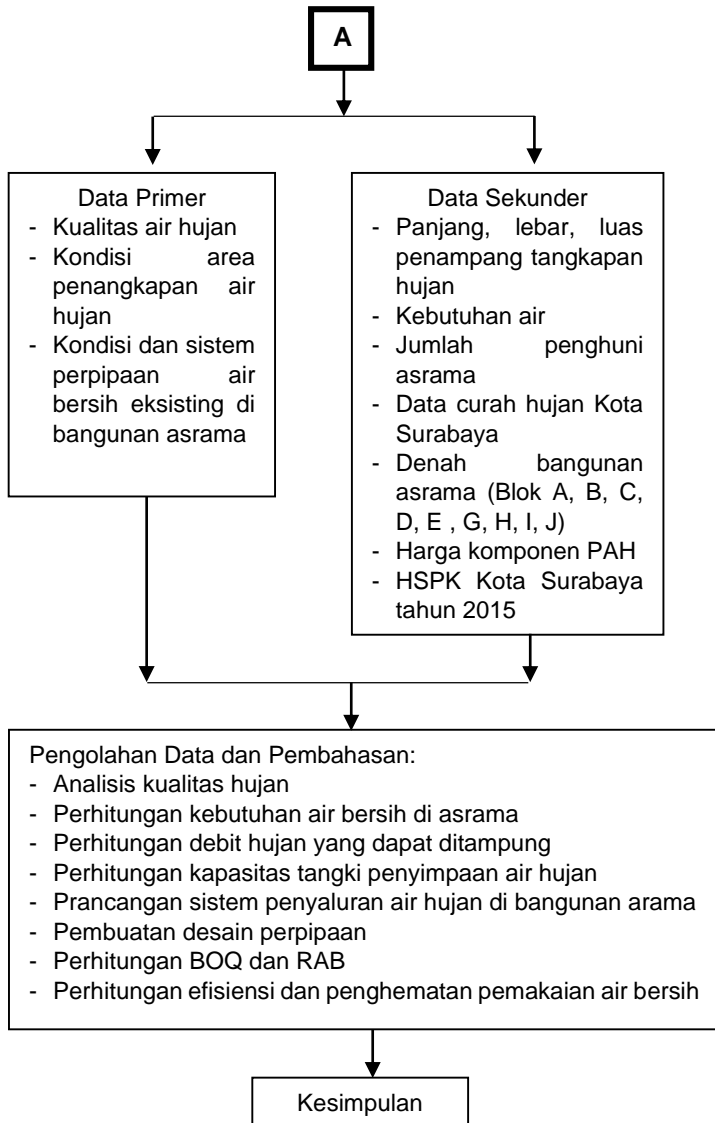
1. Analisis kualitas air hujan dan PDAM  
Parameter air bersih yang dianalisis meliputi pH, kesadahan, dan TSS. Tiga sampel yang diuji yaitu: air hujan, air PDAM, dan campuran air hujan dengan air PDAM.
2. Perhitungan kebutuhan air bersih di asrama  
Berdasarkan data jumlah penghuni asrama dan kebutuhan air bersih per orang per hari menurut SNI 03-7065-2005 Kebutuhan air yang dipenuhi dari perencanaan sistem air hujan ini dibatasi pada kebutuhan *non potable water*.
3. Perhitungan debit curah hujan yang dapat ditampung  
Hasilnya diperoleh dengan mengalikan curah hujan rata-rata dengan luas area tangkapan hujan dan koefisien *runoff* (C).
4. Perhitungan kapasitas tangki penyimpanan air hujan  
Berdasarkan data debit curah hujan dan kebutuhan air bersih, kemudian dapat direncanakan kapasitas tangki penyimpanan air hujan.
5. Sistem penampungan air hujan di bangunan asrama  
Perancangan sistem ini direncanakan meliputi:
  - a. Sistem perpipaan dari tangkapan hujan menuju tangki penyimpanan air
  - b. Sistem perpipaan dari tangki penyimpanan air menuju *rooftank* di tiap bangunan gedung asrama.
6. Pembuatan desain sistem perpipaan  
Desain sistem perpipaan yang dibuat meliputi gambar desain sistem perpipaan terintegrasi dari tangkapan hujan menuju tangki penyimpanan air dan gambar sistem perpipaan dari tangki penyimpanan air menuju *rooftank* yang akan mendistribusikan air bersih ke gedung asrama.
7. Pembuatan Prosedur operasional dan perawatan
8. Perhitungan BOQ dan RAB  
Berdasarkan desain perancangan, kemudian disusun kebutuhan jumlah dan macam material sistem pemanenan air hujan dan disusun rancangan anggaran biayanya. Penyusunan ini mengacu pada HSPK Kota Surabaya tahun 2015
9. Perhitungan efisiensi dan penghematan pemakaian air bersih

Perhitungan didasarkan pada nilai investasi konstruksi sistem air hujan, nilai operasional, nilai perawatan, dan harga air PDAM yang berlaku di Kota Surabaya pada tahun 2016

- Kesimpulan dan saran

Kesimpulan dan saran diberikan setelah analisis dan pembahasan hasil perencanaan telah selesai dilakukan. Secara singkat, kesimpulan merupakan hal yang menjawab tujuan penelitian.





**Gambar 4. 1** Kerangka Perencanaan

*“Halaman Sengaja Dikosongkan”*



## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Kualitas Air Hujan

Pengujian kualitas air hujan dan air PDAM bertujuan untuk mengetahui kelayakan air hujan di daerah Asrama ITS untuk digunakan sebagai alternatif air bersih. Parameter yang diuji meliputi : pH, TDS, dan kesadahan. Hasil pengujian kualitas air hujan dan PDAM di daerah Asrama ITS tercantum pada Tabel 5.1.

**Tabel 5. 1** Hasil Uji Kualitas Air Hujan dan PDAM Asrama ITS

Parameter	Satuan	Air Hujan	Air PDAM	Campuran	Baku Mutu PERMENKES No 492 Tahun 2010
pH	-	6,75	7,24	6,95	6,5-9,0
TDS	mg/L	336	60	71,42	500 mg/L
Kesadahan	mg/L	35,71	214,26	156	500 mg/L

Sumber : Hasil Penelitian

Dari hasil pengujian kualitas di atas air hujan di daerah Asrama ITS memenuhi persyaratan kualitas air minum seperti yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010. Hasil ini membuktikan kelayakan air hujan sebagai alternatif air bersih. Nilai TDS air hujan lebih tinggi dibandingkan dengan air PDAM karena pengaruh *catchment area* air hujan yang merupakan genting bangunan asrama.

#### 5.2 Kebutuhan Air Bersih Asrama ITS

Kebutuhan air bersih di asrama ITS dihitung dengan menggunakan metode jumlah penghuni. Perhitungan jumlah penghuni asrama ITS dibagi menjadi 2 yaitu: bangunan lama dan bangunan baru. Bangunan lama asrama ITS meliputi Blok A, B, C, dan E, sedangkan bangunan baru asrama ITS meliputi Blok G, H, I, dan J.

Pemakaian air untuk jenis kegiatan asrama adalah sebesar 120 L/orang.hari (Morimura, 2000). Prosentase pemakaian air untuk kebutuhan *non potable water* per orang hari menurut Poediastoeti (2012) tercantum dalam Tabel 5.2.

**Tabel 5. 2** Estimasi Kebutuhan Non Potable Water (Poediasoeti,2012)

Keperluan Non Potable Water	Jumlah	
	%	Liter
Mandi	66,42%	79,70
Mencuci Pakaian	13,06%	15,67
Mencuci alat dapur	2,84%	3,41
Mencuci Lantai	0,76%	0,91
Wudlu	13,45%	16,14
Menyiram tanaman	0,83%	1,00
Mencuci kendaraan	0,32%	0,38
Pemanfaatan lain-lain	0,46%	0,55
Total	=	117,77

Contoh Perhitungan :

Jenis Keperluan : Mandi

Persentase : 66,42%

Kebutuhan air asrama : 120 L

Kebutuhan mandi  
= *persentase* × 120 L  
= 66,42% × 120 L  
= 79,70 L

Pada Tabel 5.3 mencantumkan kebutuhan air masing-masing blok bangunan lama.

**Tabel 5. 3 Kebutuhan Air di Bangunan Lama Asrama ITS**

<b>Blok</b>	<b>Tipe kamar</b>	<b>Kapasitas kamar (orang/Kamar)</b>	<b>Jumlah kamar (buah)</b>	<b>Jumlah penghuni (orang)</b>	<b>Kebutuhan air per orang (m<sup>3</sup>/orang.hari)</b>	<b>Total kebutuhan air (m<sup>3</sup>/hari)</b>	<b>Kebutuhan 1 bulan (m<sup>3</sup>/bulan)</b>
<b>A</b>	1	1	14	14	0,12	1,65	49,46
	2	2	24	48	0,12	5,65	169,59
	Total			62	Total	7,30	219,05
<b>B</b>	1	1	8	8	0,12	0,94	28,26
	2	2	4	8	0,12	0,94	28,26
	3	4	10	40	0,12	4,71	141,32
	Total			56	Total	6,60	197,85
<b>C</b>	1	1	12	12	0,12	1,41	42,40
	2	2	4	8	0,12	0,94	28,26
	3	4	10	40	0,12	4,71	141,32
	Total			60	Total	7,07	211,98
<b>D</b>	1	1	11	11	0,12	1,30	38,86
	2	2	4	8	0,12	0,94	28,26
	3	4	11	44	0,12	5,18	155,45
	Total			63	Total	7,42	222,58

Blok	Tipe kamar	Kapasitas kamar (orang/ Kamar)	Jumlah kamar (buah)	Jumlah penghuni (orang)	Kebutuhan air per orang (m <sup>3</sup> /orang.hari)	Total kebutuhan air (m <sup>3</sup> /hari)	Kebutuhan 1 bulan (m <sup>3</sup> /bulan)
E	1	1	10	10	0,12	1.18	35,33
	2	2	4	8	0,12	0.94	28,26
	3	4	10	40	0,12	4.71	141,32
	Total			58	Total	6,83	204,916

Sumber : Perhitungan

Bangunan baru asrama ITS (Blok G, H, I, dan J) memiliki tipe yang seragam antar bloknnya.

Perhitungan kebutuhan di bangunan baru asrama ITS ini adalah sebagai berikut:

Jumlah kamar masing-masing blok = 96 kamar  
 Kapasitas kamar = 2 orang/ kamar  
 Jumlah penghuni masing-masing blok = 192 orang  
 Kebutuhan air per orang = 0,12 m<sup>3</sup>/orang,hari  
 Total Kebutuhan air = 22,61 m<sup>3</sup>/hari  
 Kebutuhan air per bulan = 678,34 m<sup>3</sup>/bula

### 5.3 Luas Atap Bangunan Asrama

Bangunan lama (blok A, B, C, D, dan E) asrama ITS dan bangunan baru (blok G, H, I, dan J) memiliki luasan atap yang berbeda. Jenis atap pada bangunan ini adalah pelana. Bentuk atap bangunan lama dan bangunan baru tercantum pada Gambar 5.1 dan 5.2. Luasan atap setiap segmen atap untuk masing-masing tipe bangunan di asrama ITS tercantum pada Tabel 5.4.

Contoh perhitungan luasan atap adalah sebagai berikut:

- Bangunan Lama Bagian 1

Tinggi Atap = 2,4 m

Panjang Atap = 24 m

Lebar Atap = 7.2 m

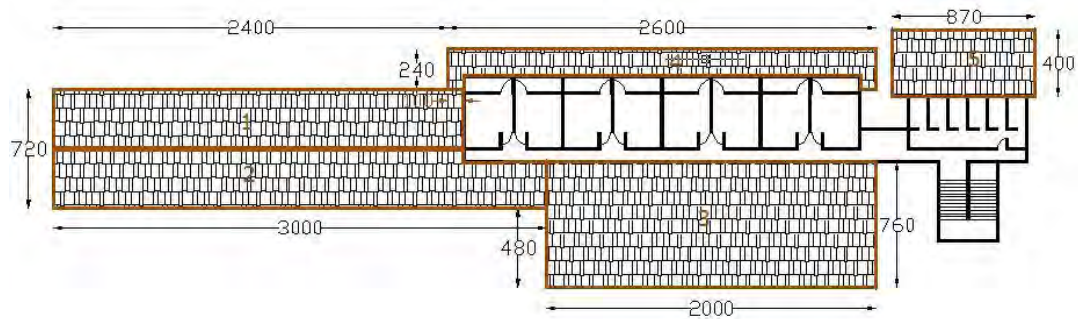
$$\begin{aligned}\text{Lebar Atap posisi miring} &= \sqrt{\text{tinggi atap}^2 + \left(\frac{\text{lebar atap}}{2}\right)^2} \\ &= \sqrt{2,4^2 + \left(\frac{7,2}{2}\right)^2} \\ &= 4,33 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas atap} &= 2 \times \text{panjang atap lebar atap posisi miring} \\ &= 207,68 \text{ m}^2\end{aligned}$$

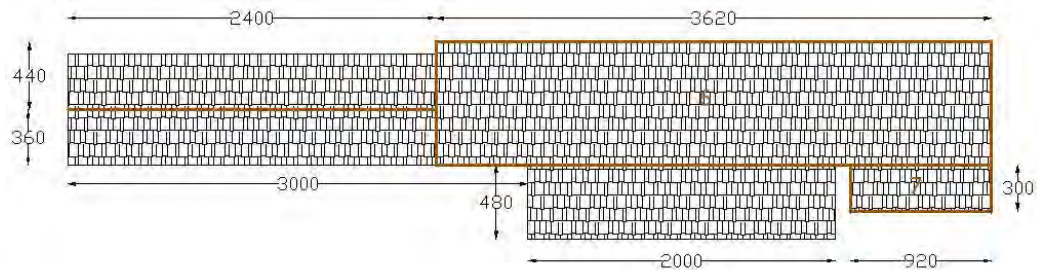
**Tabel 5. 4** Luasan Atap Bangunan Asrama ITS

Tipe bangunan	Segmen	Luas (m <sup>2</sup> )
Bangunan lama (Blok A, B, C, D, dan E)	1	103,84
	2	129,80
	3	171,77
	4	67,60
	5	81,17
	6-1	181,43
	6-2	156,63
	7	35,35
	Total	982,18
Bangunan baru (Blok G, H, I, dan J)	1	264,48
	2	345,06
	3	264,48
	4	345,06
	Total	1219,08

Sumber : Perhitungan

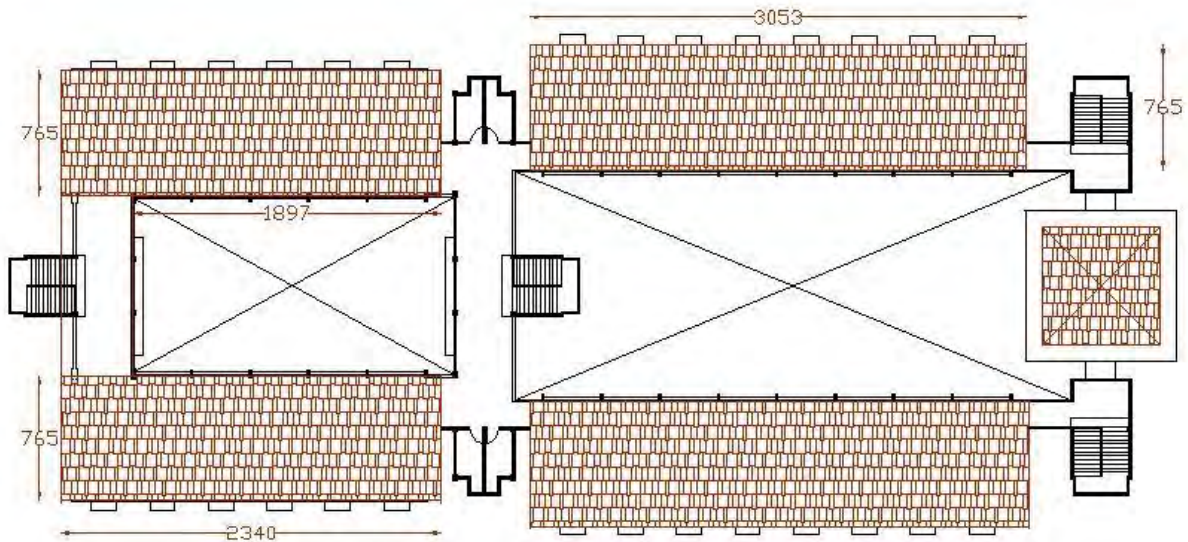


(a)



(b)

**Gambar 5. 1** (a) Atap Lantai 2 Bangunan Lama Asrama ITS  
(b) Atap Lantai 3 Bangunan Baru Asrama ITS



**Gambar 5. 2** Denah Atap Bangunan Baru Asrama ITS (Blok G, H, I dan J)

## 5.4 Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah data stasiun hujan Keputih, Surabaya. Perhitungan hanya didasarkan pada 1 stasiun saja, karena letak stasiun hujan dan Asrama ITS yang berdekatan, yaitu 1,8 km. Data curah hujan selama 10 tahun terakhir, tahun 2006 sampai 2015, digunakan sebagai pertimbangan perencanaan. Data curah hujan pada Februari 2015 merupakan data dengan curah hujan terbesar selama 10 tahun terakhir, sehingga data ini digunakan dalam perencanaan penampungan air hujan. Pada Tabel 5.5 tercantum data curah hujan Februari 2015. Data curah hujan selama 10 tahun terakhir tercantum pada lampiran II.

**Tabel 5. 5** Curah Hujan Februari 2015

Tanggal	Curah Hujan (mm)	Tanggal	Curah Hujan (mm)
<b>1</b>	0	<b>15</b>	65
<b>2</b>	23	<b>16</b>	15
<b>3</b>	3	<b>17</b>	9
<b>4</b>	40	<b>18</b>	8.5
<b>5</b>	63.5	<b>19</b>	15.5
<b>6</b>	25	<b>20</b>	44
<b>7</b>	25	<b>21</b>	44.5
<b>8</b>	1	<b>22</b>	30
<b>9</b>	59	<b>23</b>	0
<b>10</b>	0	<b>24</b>	0
<b>11</b>	0	<b>25</b>	2
<b>12</b>	84	<b>26</b>	5
<b>13</b>	3.5	<b>27</b>	7
<b>14</b>	25	<b>28</b>	4.5

Sumber : PSAWS Buntung Peketingan

## 5.5 Waktu Pemanfaatan Sistem PAH

Dua alternatif waktu pemanfaatan sistem PAH ini adalah penyediaan air bersih selama 1 tahun atau hanya saat musim hujan. Faktor yang menjadi pertimbangan pemilihan waktu rencana adalah:

1. Fluktuasi kebutuhan air bersih dan *supply* air hujan,



2. Besarnya *ground reservoir* yang dibutuhkan,
3. Lahan yang tersedia di Asrama ITS

Sebagai contoh, pada Tabel 5.6 tercantum perhitungan kapasitas *ground reservoir* per tahun untuk blok bangunan baru asrama ITS. Perhitungan menggunakan data curah hujan di tahun 2010 untuk menggambarkan potensi maksimum hujan yang dapat digunakan.

**Tabel 5. 6** Kapasitas per Tahun *Ground Reservoir*  
Bangunan Baru Asrama

Bulan	Curah Hujan (mm)	Vol supply (m <sup>3</sup> )	akumu-lasi hujan (m <sup>3</sup> )	Vol pemakai-an (m <sup>3</sup> /bula n)	akumu-lasi pemakai-an (m <sup>3</sup> )	Selisih (m <sup>3</sup> )
1	427	358,95	358,95	678,34	678,34	-319,39
2	481	387,88	746,83	678,34	1356,69	-609,86
3	395	318,53	1065,36	678,34	2035,03	-969,67
4	440	354,82	1420,17	678,34	2713,37	-1293,20
5	336	270,95	1691,12	678,34	3391,72	-1700,60
6	103	83,06	1774,18	678,34	4070,06	-2295,88
7	36	29,03	1803,21	678,34	4748,41	-2945,19
8	10	8,06	1811,28	678,34	5426,75	-3615,47
9	117	94,35	1905,63	678,34	6105,09	-4199,47
10	142	114,51	2020,13	678,34	6783,44	-4763,30
11	125	100,80	2120,93	678,34	7461,78	-5340,85
12	224	180,63	2301,57	678,34	8140,12	-5838,56
Max						319,39
Min						5838,56
Volume Ground Reservoir per bulan (m <sup>3</sup> /tahun)						6157,95

Pada tabel di atas tercantum volume *ground reservoir* yang dibutuhkan untuk pemanfaatan air hujan di masing-masing bangunan baru asrama ITS adalah sebesar 6157,95 m<sup>3</sup>/tahun. Berdasarkan data curah hujan, bulan Mei hingga September

merupakan musim kemarau dimana curah hujan minim bahkan tidak ada sama sekali (0 mm). Jika pemanfaatan air hujan digunakan sepanjang tahun, maka kapasitas tangki minimum yang digunakan adalah kapasitas ground reservoir untuk 6 bulan.

Perhitungan dimensi ground reservoir untuk kapasitas 6 bulan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Volume ground reservoir} &= \text{Volume GR per tahun} : 2 \\ &= 6157,95 \text{ m}^3 : 2 \\ &= 3078,98 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Ground reservoir beton dengan kedalaman 2 m

Volume GR = panjang × lebar × kedalaman

$$3078,98 \text{ m}^3 = \text{panjang} \times \text{lebar} \times 2 \text{ m}$$

Jika panjang = lebar, maka dimensi *ground reservoir* adalah:

$$\text{Panjang} = 39,2 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 39,2 \text{ m}$$

Dimensi tersebut terlalu besar untuk diterapkan di Asrama ITS, sehingga pemanfaatan air hujan yang digunakan adalah hanya saat musim hujan saja. Air PDAM masih akan digunakan di Asrama ITS, karena sistem PAH ini hanya digunakan sebagai alternatif penyediaan air bersih saja.

## 5.6 Komponen Sistem Pemanenan Air Hujan

### 5.6.1 Ground Reservoir

Dimensi *ground reservoir* air hujan dipengaruhi oleh *supply* air hujan dan kebutuhan air. Penentuan dimensi reservoir yang dibutuhkan dihitung berdasarkan akumulasi *supply* hujan dan akumulasi kebutuhan air bersih di Asrama ITS selama satu bulan. Bulan yang dipilih dalam perencanaan ini adalah Februari 2015, karena pada bulan ini terjadi curah hujan tertinggi selama 10 tahun.

*Supply* air hujan untuk kebutuhan air bersih dipengaruhi oleh faktor luas atap bangunan sebagai area tangkapan hujan, curah hujan rata-rata, dan koefisien *runoff*. Perhitungan *supply* air hujan diperlukan untuk mengetahui volume air hujan yang dapat ditampung, melalui perhitungan:

$$S = A \times M \times F$$

Keterangan :

S = Supply air hujan yang dapat ditampung ( $m^3$ )

A = Luas area tangkapan air hujan/ luas atap rumah

F = Koefisien *runoff* (0.80)

Contoh perhitungan:

Supply hujan 2 Februari 2015

Curah Hujan = 23 mm/hari

Luas atap blok A =  $875 m^2$

Volume supply =  $875 \times \left(\frac{23}{1000}\right) \times 0,8$   
 =  $16,10 m^3$

Supply air ini kemudian akan dikurangkan dengan kebutuhan air seperti pada rumus:

$$V = S - B$$

Keterangan:

V : Volume bak penampung pada akhir bulan ( $m^3$ )

S : Kemampuan volume bak menampung air hujan dalam 1 bulan ( $m^3$ )

B : Kebutuhan air minum dalam satu bulan ( $m^3$ )

Perhitungan volume *ground reservoir* tercantum pada Tabel 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.11 untuk blok A, B, C, D, dan E. Pada Tabel 5.12 akan tercantum perhitungan volume *ground reservoir* untuk bangunan baru asrama ITS (blok G, H, I, dan J).

**Tabel 5. 7** Ground Reservoir Blok A

Tanggal (Hari ke-)	Cura h Hujan (mm)	Vol supply ( $m^3$ )	Vol. aku- mulasi hujan ( $m^3$ )	Vol. pema- kaian ( $m^3$ /hari)	Vol. akumu- lasi pemakai- an ( $m^3$ )	Selisih vol hujan dan pemakai- an air ( $m^3$ )
1	0,00	0,00	0,00	7,74	7,74	-7,74
2	23,00	16,10	16,10	7,74	15,49	0,61
3	3,00	2,10	18,20	7,74	23,23	-5,03
4	40,00	28,00	46,20	7,74	30,98	15,22
5	63,50	44,45	90,65	7,74	38,72	51,93
6	25,00	17,50	108,15	7,74	46,46	61,69
7	25,00	17,50	125,65	7,74	54,21	71,44

Tanggal (Hari ke-)	Cura h Hujan (mm)	Vol supply (m <sup>3</sup> )	Vol. aku- mulasi hujan (m <sup>3</sup> )	Vol. pema- kaian (m <sup>3</sup> /hari)	Vol. akumu- lasi pemakai- an (m <sup>3</sup> )	Selisih vol hujan dan pemakai- an air (m <sup>3</sup> )
8	1,00	0,70	126,35	7,74	61,95	64,40
9	59,00	41,30	167,65	7,74	69,69	97,96
10	0,00	0,00	167,65	7,74	77,44	90,21
11	0,00	0,00	167,65	7,74	85,18	82,47
12	84,00	58,80	226,45	7,74	92,93	133,52
13	3,50	2,45	228,90	7,74	100,67	128,23
14	25,00	17,50	246,40	7,74	108,41	137,99
15	65,00	45,50	291,90	7,74	116,16	175,74
16	15,00	10,50	302,40	7,74	123,90	178,50
17	9,00	6,30	308,70	7,74	131,64	177,06
18	8,50	5,95	314,65	7,74	139,39	175,26
19	15,50	10,85	325,50	7,74	147,13	178,37
20	44,00	30,80	356,30	7,74	154,88	201,42
21	44,50	31,15	387,45	7,74	162,62	224,83
22	30,00	21,00	408,45	7,74	170,36	238,09
23	0,00	0,00	408,45	7,74	178,11	230,34
24	0,00	0,00	408,45	7,74	185,85	222,60
25	2,00	1,40	409,85	7,74	193,60	216,26
26	5,00	3,50	413,35	7,74	201,34	212,01
27	7,00	4,90	418,25	7,74	209,08	209,17
28	4,50	3,15	421,40	7,74	216,83	204,57
Max						238,09
Min						7,74
Volume Ground Reservoir per bulan (m <sup>3</sup> /bulan)						245,83
Volume Ground Reservoir per hari (m <sup>3</sup> /hari)						8,19

Sumber: Perhitungan

**Tabel 5. 8** Ground Reservoir Blok B

Tanggal (Hari ke-)	Curah Hujan (mm)	Vol. suppl y (m <sup>3</sup> )	Vol. aku- mulasi hujan (m <sup>3</sup> )	Vol. pemakai- an (m <sup>3</sup> /hari)	Vol. akumula- si pemakai- an (m <sup>3</sup> )	Selisih vol hujan dan pemakai an air (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	6,99	6,99	-6,99
2	23,00	16,10	16,10	6,99	13,99	2,11
3	3,00	2,10	18,20	6,99	20,98	-2,78
4	40,00	28,00	46,20	6,99	27,98	18,22
5	63,50	44,45	90,65	6,99	34,97	55,68
6	25,00	17,50	108,15	6,99	41,97	66,18
7	25,00	17,50	125,65	6,99	48,96	76,69
8	1,00	0,70	126,35	6,99	55,96	70,39
9	59,00	41,30	167,65	6,99	62,95	104,70
10	0,00	0,00	167,65	6,99	69,94	97,71
11	0,00	0,00	167,65	6,99	76,94	90,71
12	84,00	58,80	226,45	6,99	83,93	142,52
13	3,50	2,45	228,90	6,99	90,93	137,97
14	25,00	17,50	246,40	6,99	97,92	148,48
15	65,00	45,50	291,90	6,99	104,92	186,98
16	15,00	10,50	302,40	6,99	111,91	190,49
17	9,00	6,30	308,70	6,99	118,90	189,80
18	8,50	5,95	314,65	6,99	125,90	188,75
19	15,50	10,85	325,50	6,99	132,89	192,61
20	44,00	30,80	356,30	6,99	139,89	216,41
21	44,50	31,15	387,45	6,99	146,88	240,57
22	30,00	21,00	408,45	6,99	153,88	254,57
23	0,00	0,00	408,45	6,99	160,87	247,58
24	0,00	0,00	408,45	6,99	167,87	240,58

Tanggal (Hari ke-)	Curah Hujan (mm)	Vol. suppl y (m <sup>3</sup> )	Vol. aku- mulasi hujan (m <sup>3</sup> )	Vol. pemakai- an (m <sup>3</sup> /hari)	Vol. akumula- si pemakai- an (m <sup>3</sup> )	Selisih vol hujan dan pemakai an air (m <sup>3</sup> )
25	2,00	1,40	409,85	6,99	174,86	234,99
26	5,00	3,50	413,35	6,99	181,85	231,50
27	7,00	4,90	418,25	6,99	188,85	229,40
28	4,50	3,15	421,40	6,99	195,84	225,56
Max						254,57
Min						6,99
Volume Ground Reservoir per bulan (m <sup>3</sup> /bulan)						261,57
Volume Ground Reservoir per hari (m <sup>3</sup> /hari)						8,72

Sumber: Perhitungan

**Tabel 5. 9** *Ground Reservoir* Blok C

Tanggal (Hari ke-)	Curah Hujan (mm)	Vol supply (m <sup>3</sup> )	Vol. aku- mulasi hujan (m <sup>3</sup> )	Vol. pemakai- an (m <sup>3</sup> /hari)	Volume akumu- lasi pemakai an (m <sup>3</sup> )	Selisih vol hujan dan pemakai- an air (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	7,49	7,49	-7,49
2	23,00	16,10	16,10	7,49	14,99	1,11
3	3,00	2,10	18,20	7,49	22,48	-4,28
4	40,00	28,00	46,20	7,49	29,98	16,22
5	63,50	44,45	90,65	7,49	37,47	53,18
6	25,00	17,50	108,15	7,49	44,96	63,19
7	25,00	17,50	125,65	7,49	52,46	73,19
8	1,00	0,70	126,35	7,49	59,95	66,40
9	59,00	41,30	167,65	7,49	67,45	100,20
10	0,00	0,00	167,65	7,49	74,94	92,71

Tanggal (Hari ke-)	Curah Hujan (mm)	Vol <i>supply</i> (m <sup>3</sup> )	Vol. aku- mulasi hujan (m <sup>3</sup> )	Vol. pemakai- an (m <sup>3</sup> /hari)	Volume akumu- lasi pemakai- an (m <sup>3</sup> )	Selisih vol hujan dan pemakai- an air (m <sup>3</sup> )
11	0,00	0,00	167,65	7,49	82,43	85,22
12	84,00	58,80	226,45	7,49	89,93	136,52
13	3,50	2,45	228,90	7,49	97,42	131,48
14	25,00	17,50	246,40	7,49	104,92	141,48
15	65,00	45,50	291,90	7,49	112,41	179,49
16	15,00	10,50	302,40	7,49	119,90	182,50
17	9,00	6,30	308,70	7,49	127,40	181,30
18	8,50	5,95	314,65	7,49	134,89	179,76
19	15,50	10,85	325,50	7,49	142,39	183,11
20	44,00	30,80	356,30	7,49	149,88	206,42
21	44,50	31,15	387,45	7,49	157,37	230,08
22	30,00	21,00	408,45	7,49	164,87	243,58
23	0,00	0,00	408,45	7,49	172,36	236,09
24	0,00	0,00	408,45	7,49	179,86	228,59
25	2,00	1,40	409,85	7,49	187,35	222,50
26	5,00	3,50	413,35	7,49	194,84	218,51
27	7,00	4,90	418,25	7,49	202,34	215,91
28	4,50	3,15	421,40	7,49	209,83	211,57
Max						243,58
Min						7,49
Volume <i>Ground Reservoir</i> per bulan (m <sup>3</sup> /bulan)						251,08
Volume <i>Ground Reservoir</i> per hari (m <sup>3</sup> /hari)						8,37

Sumber: Perhitungan

**Tabel 5. 10** *Ground Reservoir* Blok D

Tanggal (Hari ke-)	Curah Hujan (mm)	Vol <i>supply</i> (m <sup>3</sup> )	Volume akumu- lasi hujan (m <sup>3</sup> )	Volume pemakai- an (m <sup>3</sup> /hari)	Volume akumula- si pemakai- an (m <sup>3</sup> )	Selisih vol hujan dan pemakai- an air (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	7,87	7,87	-7,87
2	23,00	16,10	16,10	7,49	15,36	0,74
3	3,00	2,10	18,20	7,49	22,86	-4,66
4	40,00	28,00	46,20	7,49	30,35	15,85
5	63,50	44,45	90,65	7,49	37,84	52,81
6	25,00	17,50	108,15	7,49	45,34	62,81
7	25,00	17,50	125,65	7,49	52,83	72,82
8	1,00	0,70	126,35	7,49	60,33	66,02
9	59,00	41,30	167,65	7,49	67,82	99,83
10	0,00	0,00	167,65	7,49	75,31	92,34
11	0,00	0,00	167,65	7,49	82,81	84,84
12	84,00	58,80	226,45	7,49	90,30	136,15
13	3,50	2,45	228,90	7,49	97,80	131,10
14	25,00	17,50	246,40	7,49	105,29	141,11
15	65,00	45,50	291,90	7,49	112,78	179,12
16	15,00	10,50	302,40	7,49	120,28	182,12
17	9,00	6,30	308,70	7,49	127,77	180,93
18	8,50	5,95	314,65	7,49	135,27	179,38
19	15,50	10,85	325,50	7,49	142,76	182,74
20	44,00	30,80	356,30	7,49	150,25	206,05
21	44,50	31,15	387,45	7,49	157,75	229,70
22	30,00	21,00	408,45	7,49	165,24	243,21
23	0,00	0,00	408,45	7,49	172,74	235,71
24	0,00	0,00	408,45	7,49	180,23	228,22



Tanggal (Hari ke-)	Curah Hujan (mm)	Vol <i>supply</i> (m <sup>3</sup> )	Volume akumu- lasi hujan (m <sup>3</sup> )	Volume pemakai- an (m <sup>3</sup> /hari)	Volume akumula- si pemakai an (m <sup>3</sup> )	Selisih vol hujan dan pemakai- an air (m <sup>3</sup> )
25	2,00	1,40	409,85	7,49	187,72	222,13
26	5,00	3,50	413,35	7,49	195,22	218,13
27	7,00	4,90	418,25	7,49	202,71	215,54
28	4,50	3,15	421,40	7,49	210,21	211,19
Max						243,21
Min						7,87
Volume <i>Ground Reservoir</i> per bulan (m <sup>3</sup> /bulan)						251,08
Volume <i>Ground Reservoir</i> per hari (m <sup>3</sup> /hari)						8,37

Sumber: Perhitungan

**Tabel 5. 11** *Ground Reservoir* Blok E

Tanggal (Hari ke-)	Curah Hujan (mm)	Vol. <i>supply</i> (m <sup>3</sup> )	Volume akumula si hujan (m <sup>3</sup> )	Volume pemakai an (m <sup>3</sup> /hari)	Volume akumula si pemakai an (m <sup>3</sup> )	Selisih vol hujan dan pemakai an air (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	7,24	7,24	-7,24
2	23,00	16,10	16,10	7,49	14,74	1,36
3	3,00	2,10	18,20	7,49	22,23	-4,03
4	40,00	28,00	46,20	7,49	29,73	16,47
5	63,50	44,45	90,65	7,49	37,22	53,43
6	25,00	17,50	108,15	7,49	44,71	63,44
7	25,00	17,50	125,65	7,49	52,21	73,44
8	1,00	0,70	126,35	7,49	59,70	66,65
9	59,00	41,30	167,65	7,49	67,20	100,45
10	0,00	0,00	167,65	7,49	74,69	92,96

Tanggal (Hari ke-)	Curah Hujan (mm)	Vol. <i>supply</i> (m <sup>3</sup> )	Volume akumula si hujan (m <sup>3</sup> )	Volume pemakai an (m <sup>3</sup> /hari)	Volume akumula si pemakai an (m <sup>3</sup> )	Selisih vol hujan dan pemakai an air (m <sup>3</sup> )
11	0,00	0,00	167,65	7,49	82,18	85,47
12	84,00	58,80	226,45	7,49	89,68	136,77
13	3,50	2,45	228,90	7,49	97,17	131,73
14	25,00	17,50	246,40	7,49	104,67	141,73
15	65,00	45,50	291,90	7,49	112,16	179,74
16	15,00	10,50	302,40	7,49	119,65	182,75
17	9,00	6,30	308,70	7,49	127,15	181,55
18	8,50	5,95	314,65	7,49	134,64	180,01
19	15,50	10,85	325,50	7,49	142,14	183,36
20	44,00	30,80	356,30	7,49	149,63	206,67
21	44,50	31,15	387,45	7,49	157,12	230,33
22	30,00	21,00	408,45	7,49	164,62	243,83
23	0,00	0,00	408,45	7,49	172,11	236,34
24	0,00	0,00	408,45	7,49	179,61	228,84
25	2,00	1,40	409,85	7,49	187,10	222,75
26	5,00	3,50	413,35	7,49	194,59	218,76
27	7,00	4,90	418,25	7,49	202,09	216,16
28	4,50	3,15	421,40	7,49	209,58	211,82
Max						243,83
Min						7,24
Volume <i>Ground Reservoir</i> per bulan (m <sup>3</sup> /bulan)						251,08
Volume <i>Ground Reservoir</i> per hari (m <sup>3</sup> /hari)						8,37

Sumber: Perhitungan

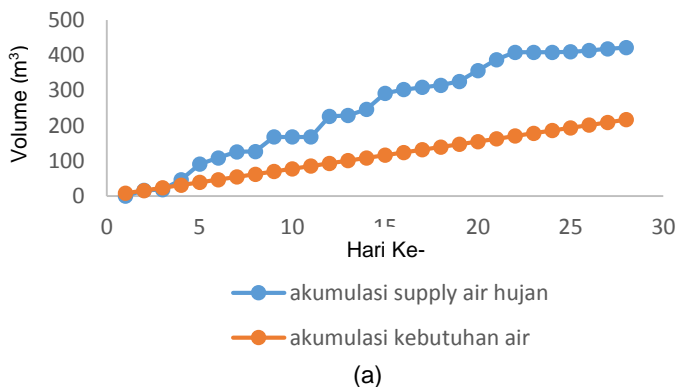
**Tabel 5. 12** Ground Reservoir Bangunan Baru

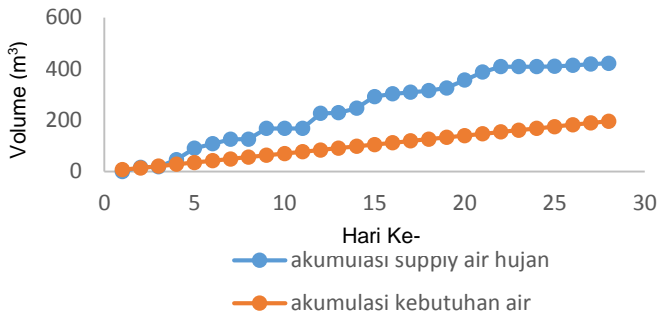
Tanggal (Hari ke-)	Curah Hujan (mm)	Vol. <i>supply</i> (m <sup>3</sup> )	Volume akumula si hujan (m <sup>3</sup> )	Volume pemakai an (m <sup>3</sup> /hari)	Volume akumula si pemakai an (m <sup>3</sup> )	Selisih vol hujan dan pemakai an air (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	23,98	23,98	-23,98
2	23,00	22,43	22,43	23,98	47,96	-25,53
3	3,00	2,93	25,36	23,98	71,94	-46,59
4	40,00	39,01	64,37	23,98	95,92	-31,56
5	63,50	61,93	126,30	23,98	119,90	6,39
6	25,00	24,38	150,68	23,98	143,88	6,79
7	25,00	24,38	175,06	23,98	167,87	7,19
8	1,00	0,98	176,04	23,98	191,85	-15,81
9	59,00	57,54	233,58	23,98	215,83	17,75
10	0,00	0,00	233,58	23,98	239,81	-6,23
11	0,00	0,00	233,58	23,98	263,79	-30,21
12	84,00	81,92	315,50	23,98	287,77	27,73
13	3,50	3,41	318,91	23,98	311,75	7,16
14	25,00	24,38	343,29	23,98	335,73	7,56
15	65,00	63,39	406,69	23,98	359,71	46,97
16	15,00	14,63	421,31	23,98	383,69	37,62
17	9,00	8,78	430,09	23,98	407,67	22,42
18	8,50	8,29	438,38	23,98	431,65	6,73
19	15,50	15,12	453,50	23,98	455,64	-2,14
20	44,00	42,91	496,41	23,98	479,62	16,79
21	44,50	43,40	539,81	23,98	503,60	36,21
22	30,00	29,26	569,07	23,98	527,58	41,49
23	0,00	0,00	569,07	23,98	551,56	17,51
24	0,00	0,00	569,07	23,98	575,54	-6,47

Tanggal (Hari ke-)	Curah Hujan (mm)	Vol. <i>supply</i> (m <sup>3</sup> )	Volume akumula si hujan (m <sup>3</sup> )	Volume pemakai an (m <sup>3</sup> /hari)	Volume akumula si pemakai an (m <sup>3</sup> )	Selisih vol hujan dan pemakai an air (m <sup>3</sup> )
25	2,00	1,95	571,02	23,98	599,52	-28,50
26	5,00	4,88	575,89	23,98	623,50	-47,61
27	7,00	6,83	582,72	23,98	647,48	-64,76
28	4,50	4,39	587,11	23,98	671,46	-84,35
Max						46,97
Min						84,35
Volume <i>Ground Reservoir</i> per bulan (m <sup>3</sup> /bulan)						131,33
Volume <i>Ground Reservoir</i> per hari (m <sup>3</sup> /hari)						4,38

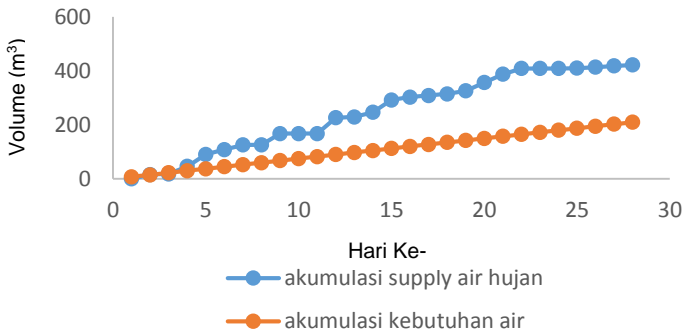
Sumber: Perhitungan

Pada Gambar 5.1 tercantum grafik akumulasi *supply* air hujan dan akumulasi kebutuhan air di masing-masing blok Asrama ITS.

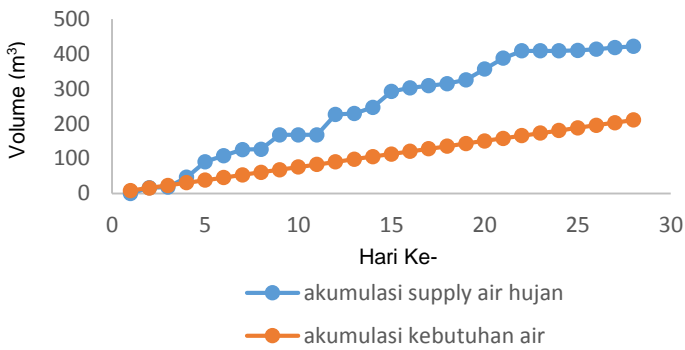




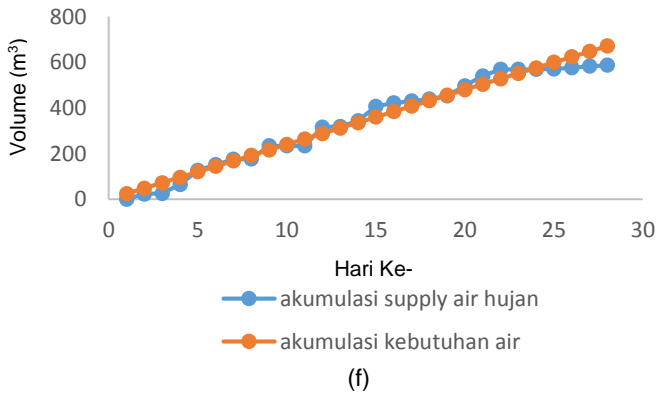
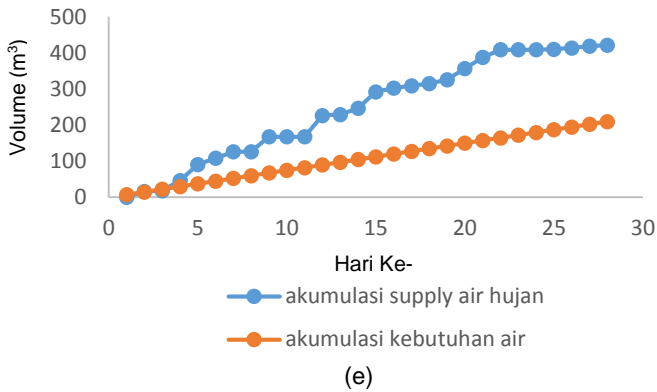
(b)



(c)



(d)



**Gambar 5.3** (a) Grafik supply hujan dan kebutuhan air blok A; (b) ) Grafik supply hujan dan kebutuhan air blok B; (c) ) Grafik supply hujan dan kebutuhan air blok C; (d) ) Grafik supply hujan dan kebutuhan air blok D; (e) Grafik supply hujan dan kebutuhan air blok E; (f) ) Grafik supply hujan dan kebutuhan air bangunan baru

Grafik di atas menunjukkan potensi maksimum air hujan yang dapat ditampung di masing-masing blok Asrama ITS. Perhitungan maksimum ini menunjukkan air hujan dapat memenuhi kebutuhan air di bangunan lama dan bangunan baru Asrama ITS. *Ground reservoir* yang direncanakan adalah untuk kapasitas harian dengan faktor keamanan 1,2. *Ground reservoir* hasil perencanaan kemudian dibandingkan dengan kapasitas *ground reservoir eksisting* yang telah ada di Asrama ITS.

Contoh perhitungan:

Blok E

Vol. GR perhitungan = 10,05 m<sup>3</sup>

Faktor keamanan = 1,2

Volume GR perencanaan = 10,05 m<sup>3</sup>/hari × 1,2

= 12,06m<sup>3</sup>

Berdasarkan perhitungan tersebut dilakukan analisis kapasitas *ground reservoir existing*, sehingga dapat diketahui mungkin tidaknya pemanfaatan *ground reservoir existing*. Pada tabel 5.13 menunjukkan perhitungan volume *ground reservoir* yang dibutuhkan di masing-masing blok Asrama.

**Tabel 5. 13** Kapasitas Ground Reservoir

GR	Dimensi			Vol (m <sup>3</sup> )	Free- board max (cm)	Free- board min (cm)	Vol. yang masih bisa ditampung (m <sup>3</sup> )	GR rencana PAH (m <sup>3</sup> )	Air hujan yang belum tertampung (m <sup>3</sup> )
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)						
A, C, D	815	405	150	49,51	60	30	9,90	36,39	26,49
B	450	290	150	19,58	60	30	3,92	12,06	8,14
E	450	290	150	19,58	60	30	3,92	12,06	8,14
G	745	440	150	49,17	60	30	9,834	5,25	0

Sumber : Perhitungan

Kapasitas *ground reservoir existing* yang tidak mampu menampung air hujan maksimum, membuat perlunya dirancang tangki penyimpan air hujan baru. Tangki penyimpan baru ini akan dirancang dengan memperhatikan kemudahan operasional dan perawatan serta ketersediaan lahan . Dimensi tangki penyimpanan air hujan tercantum pada Tabel 5.14. *Reservoir existing* dan tangki penyimpanan air hujan dihubungkan dengan menggunakan prinsip kerja bejana berhubungan. Detail gambar terlampir pada lampiran I.



**Tabel 5. 14** Dimensi Tangki Penyimpanan Air Hujan

Blok	Dimensi Tandon Beton					
	p (m)	l (m)	t (m)	fb	t total (m)	vol (m)
a,c,d	6,6	3,3	1,2	0,3	1,5	26,136
b	3,2	2,15	1,2	0,3	1,5	11,094
e	3,2	2,15	1,2	0,3	1,5	11,094

Sumber: Perhitungan

## 5.6.2 Talang Air

Dimensi talang air didasarkan pada luasan atap dan intensitas hujan dengan cuan SNI 03-7065-2005. Tabel SNI 03-7065-2005 digunakan untuk intensitas hujan 100 mm per jam, maka diperlukan untuk mengetahui intensitas hujan di Asrama ITS terlebih dahulu.

### 5.6.2.1 Intensitas Hujan

#### A. Curah Hujan Harian Maksimum (HHM)

Penentuan intensitas hujan didahului dengan perhitungan curah hujan maksimum. Metode yang digunakan dalam perhitungan curah hujan maksimum adalah Metode Gumbel. Peringkat data hujan tercantum dalam Tabel 5.15.

**Tabel 5. 15** Peringkat Data Hujan

No	Tahun	HHM (mm)
1	2006	140
2	2014	134
3	2007	127
4	2009	120
5	2008	90
6	2010	90
7	2012	85

No	Tahun	HHM (mm)
8	2015	84
9	2013	80
10	2011	78
Rata-rata		102,8

Sumber: Perhitungan

Dari data Tabel 5.15 di atas kemudian ditentukan:

1. Standar Deviasi ( $\sigma$ )= 24,4304
2. Untuk  $n = 10$  dari *Table of Reduced Mean* ( $Y_n$ ) dan *Reduced Standard Deviation* ( $\sigma_n$ ) terlampir didapatkan:  
 $\Sigma_{10} = 0,9496$   
 $Y_{10} = 0,4952$
3. Curah hujan harian maksimum dihitung dengan menggunakan rumus:

$$R_T = \bar{R} + \frac{\sigma_R}{\sigma_n} (Y_t - Y_n)$$

Dimana:

$\Sigma_n$  = *Reduced Standard Deviation*

$Y_t$  = *Reduced Variated* yang merupakan fungsi dari masa ulang  $T_R$

$Y_n$  = *Reduced Mean* yang merupakan fungsi banyaknya data

Keputusan Menteri Pemukiman dan Prasarana Wilayah No 534/KPTS/M/2001 tentang pedoman standar pelayanan minimal bidang penataan ruang, perumahan, dan pemukiman dan pekerjaan umum, mengatur perencanaan saluran tersier menggunakan periode ulang hujan (PUH) 2,5 tahun. Berdasarkan acuan tersebut maka untuk perencanaan talang air dalam perencanaan sistem pemanenan air hujan ini digunakan PUH yang jauh lebih kecil, yaitu 1,25 tahun.

Perhitungan nilai  $Y_t$  untuk PUH 1,25 tahun:

$$Y_T = -\ln(-\ln(1 - \frac{1}{T}))$$

$$Y_T = -\ln(-\ln(1 - \frac{1}{1,25}))$$

$$Y_T = -0,4758$$

Perhitungan curah hujan harian maksimum:

$$R_T = 102,8 + \frac{24,4304}{0,9496} (-0,4758 - 0,4952)$$

$$R_T = 77,82 \text{ mm}$$

## B. Intensitas Hujan dengan Rumus Mononobe

Nilai curah hujan harian maksimum hasil perhitungan di atas digunakan untuk menentukan intensitas hujan yang jatuh ke permukaan atap. Rumus yang digunakan dalam perhitungan intensitas adalah persamaan mononobe sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

Dimana:

$R_{24}$  = curah hujan harian maksimum (mm)

$t$  = lamanya hujan (jam)

Lamanya hujan adalah waktu yang diperlukan air dari titik permukaan tangkapan hujan (puncak atap) untuk sampai ke saluran drainase atap (talang). Rumus perhitungan  $t_0$  adalah sebagai berikut:

$$t_0 = 0,0195 \times (L_0 / \sqrt{S})^{0,77}$$

Dimana :

$S$  = *slope* atap

$L_0$  = panjang kemiringan atap (m)

Contoh perhitungan:

Blok E segmen 1 (gambar 5.1)

- Menentukan panjang kemiringan atap ( $L_0$ )

$$L_0 = \sqrt{\text{tinggi atap}^2 \times (\text{lebar atap})^2}$$

$$L_0 = \sqrt{2,4^2 \times (3,6)^2}$$

$$L_0 = 4,33 \text{ m}$$

- Menentukan slope atap

$$S_0 = \frac{\text{tinggi atap}}{\text{lebar atap}}$$

$$S_0 = \frac{2,4 \text{ m}}{3,6 \text{ m}} = 0,67$$

- Menentukan waktu lamanya hujan

$$t_0 = 0,0195 \times (L_0 / \sqrt{S})^{0,77}$$

$$t_0 = 0,0195 \times (4,33 / \sqrt{0,67})^{0,77}$$

$$t_0 = 0,07 \text{ menit}$$

- Menentukan Intensitas hujan

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

$$I = \frac{77,82}{24} \times \left( \frac{24}{60} \right)^{2/3}$$

$$I = 158,21 \text{ mm/jam}$$

Pada Tabel 5.16 dan Tabel 5.17 tercantum intensitas hujan masing-masing segmen untuk bangunan Asrama ITS.

**Tabel 5. 16** Intensitas Hujan untuk Bangunan Asrama Lama (Blok A, B, C, D, E)

segmen	Beban	Lo (m)	Lo total (m)	R (mm)	n	So	to (menit)	I (mm/jam)
a-b	1	4,33	4,33	77,82	0,01	0,67	0,07	158,21
c-d	4	2,60	7,61	77,82	0,01	0,42	0,13	104,93
	6-1	5,01						
e-f	5	4,66	4,66	77,82	0,01	0,60	0,08	148,16
g-h	2	4,33	4,33	77,82	0,01	0,67	0,07	158,21
i-j	3	8,59	12,92	77,82	0,01	0,53	0,18	84,94
	80% 6-2	4,33						
k-l	7	3,84	8,17	77,82	0,01	0,80	0,11	119,64
	20%6-2	4,33						

Sumber: Perhitungan

**Tabel 5. 17** Intensitas Hujan untuk Bangunan Baru A

Segmen	Beban	Lo (m)	R (mm)	n	So	to (menit)	I (mm/jam)
a1-a2	1-1	5,65	77,82	0,01	0,54	0,09	130,92
a3-a4	2-1	5,65	77,82	0,01	0,54	0,09	130,92
b1-b2	1-2	5,65	77,82	0,01	0,54	0,09	130,92
b3-b4	2-2	5,65	77,82	0,01	0,54	0,09	130,92
c1-c2	3-1	5,65	77,82	0,01	0,54	0,09	130,92
c3-c4	4-1	5,65	77,82	0,01	0,54	0,09	130,92
d1-d2	3-2	5,65	77,82	0,01	0,54	0,09	130,92
d3-d4	4-2	5,65	77,82	0,01	0,54	0,09	130,92

Sumber: Perhitungan

Intensitas hujan yang digunakan dalam perencanaan komponen sistem PAH adalah intensitas hujan terbesar menurut Tabel 5.16 dan 5.17. Perencanaan sistem pemanenan air hujan untuk bangunan lama Asrama ITS menggunakan intensitas 158,21 mm/jam dan intensitas untuk bangunan baru adalah 130,92 mm/jam. Pemilihan nilai intensitas terbesar dimaksudkan untuk mendapatkan dimensi komponen sistem yang maksimum.

### 5.6.2.2 Dimensi Talang Air

Dimensi talang air ditentukan dengan acuan beban maksimum yang diijinkan untuk talang atap (dalam m<sup>2</sup> luas atap) pada SNI 03-7065-2005. Pada Tabel 5.18 tercantum beban maksimum yang diijinkan untuk talang atap.

**Tabel 5. 18** Beban Maksimum yang Diijinkan untuk Talang Atap  
(dalam m<sup>2</sup> atap)

Ukuran Pipa mm	Pipa Tegak Air Hujan	Pipa Datar Pembuangan Air Hujan			Talang atap datar terbuka			
		Kemiringan			Kemiringan			
		1%	2%	4%	1/2 %	1%	2%	4%
50	63							
65	120							
80	200	75	105	150	15	20	30	40
100	425	170	245	345	30	45	65	90
125	800	310	435	620	55	80	115	160
150	1290	490	700	990	85	125	175	250
200	2690	1065	1510	2135	180	260	365	520
250		1920	2710	3845	330	470	665	945
300		3090	4365	6185				
350		5525	7800	11055				

CATATAN Tabel ini berdasarkan pada curah hujan 100 mm per jam. Bila curah hujan lebih besar, nilai luas pada tabel tersebut di atas harus disesuaikan dengan cara mengalikan nilai tersebut dengan 10 dibagi dengan kelebihan curah hujan dalam mm per jam.

Pipa tegak air hujan yang tidak berbentuk pipa (silinder), maka dapat berbentuk lain asalkan pipa tersebut dapat masuk ke dalam penampang bentuk lain tersebut. **Talang atap yang tidak berbentuk setengah lingkaran harus mempunyai penampang luas yang sama.**

Sumber: SNI 03-7065-2005

Hasil perhitungan intensitas hujan di Asrama ITS (Tabel 5.16 dan Tabel 5.17) menunjukkan nilai yang lebih besar dari 100 mm/jam. Berdasarkan Tabel 5.18 untuk intensitas hujan lebih dari 100 mm jam, nilai luas pada tabel tersebut harus disesuaikan dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Luas atap baru} = \text{Luas atap asrama} \times \frac{10}{\text{kelebihan intensitas}}$$

Contoh perhitungan :

Blok A segmen 1

$$\text{Intensitas hujan} = 158,21 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Luasan atap} = 103,84 \text{ m}^2$$

$$\text{Luasan atap baru} = 103,84 \times \frac{10}{(158,21-100)}$$

$$= 121,68 \text{ m}^2$$

Dengan luasan atap 111,54 m<sup>2</sup> dan slope rencana 0,5%, diameter pipa yang diperlukan adalah sebesar 200 mm. Diameter pipa untuk setiap segmen atap bangunan Asrama ITS tercantum pada Tabel 5.19.

### 5.6.2.3 Diameter Pipa Tegak

Dimensi pipa tegak dalam perencanaan sistem pemanenan air hujan ini juga menggunakan pedoman SNI 03-7065-2005 dengan tabel yang sama dengan penentuan dimensi talang. Faktor yang mempengaruhi dalam penentuan dimensi pipa tegak ini adalah luasan atap. Semakin besar luasan atap, dimensi pipa juga akan semakin besar karena beban air hujan yang harus dialirkan juga semakin besar. Pada Tabel 5.19 tercantum dimensi pipa tegak yang direncanakan untuk sistem PAH Asrama ITS.

**Tabel 5. 19** Dimensi Talang dan Pipa Tegak Sistem PAH

Blok	Segmen	Beban	Luas Atap (m <sup>2</sup> )	Luas Atap teronversi (m <sup>2</sup> )	Kemiringan Talang atap	Talang (mm)	Panjang Talang (m)	Beda Tinggi (cm)	Pipa Tegak (mm)
<b>E</b>	a - b	1	103,84	121,68	0,50%	200	24	12	65
	g - h	2	129,80	116,82	0,50%	200	30	15	80
	i - j	3; 80%6-2	297,07	267,36	0,50%	250	20	10	100
	c - d	4; 6-1	249,03	224,13	0,50%	250	26	13	100
	e - f	5	81,17	73,05	0,50%	150	8,7	4,35	65
	k - l	7; 20%6-2	66,67	60,00	0,50%	150	9,2	4,6	65
<b>A</b>	a - b	1	103,84	121,68	0,50%	200	24	12	65
	g - h	2	129,80	116,82	0,50%	200	30	15	80
	i - j	3; 80%6-2	297,07	267,36	0,50%	250	20	10	100
	c - d	4; 6-1	249,03	224,13	0,50%	250	26	13	100
	e - f	5	81,17	73,05	0,50%	150	9	4	65
	k - l	7; 20%6-2	66,67	60,00	0,50%	150	9	5	65
<b>B</b>	a - b	1	103,84	121,68	0,50%	200	24	12	65



Blok	Segmen	Beban	Luas Atap (m <sup>2</sup> )	Luas Atap teronversi (m <sup>2</sup> )	Kemiringan Talang atap	Talang (mm)	Panjang Talang (m)	Beda Tinggi (cm)	Pipa Tegak (mm)
<b>C</b>	g - h	2	129,80	116,82	0,50%	200	30	15	80
	i - j	3; 80%6-2	297,07	267,36	0,50%	250	20	10	100
	c - d	4; 6-1	249,03	224,13	0,50%	250	26	13	100
	e - f	5	81,17	73,05	0,50%	150	9	4	65
	k - l	7; 20%6-2	66,67	60,00	0,50%	150	9	5	65
	a - b	7; 20%6-2	66,67	60,00	0,50%	150	9	5	65
	c - d	3; 80%6-2	297,07	267,36	0,50%	250	20	10	100
	e - f	2	129,80	116,82	0,50%	200	30	15	80
	g - h	5	81,17	73,05	0,50%	150	9	4	65
	i - j	4; 6-1	249,03	224,13	0,50%	250	26	13	100
<b>D</b>	k - l	1	103,84	121,68	0,50%	200	24	12	65
	a - b	5	81,17	73,05	0,50%	150	9	4	65
	c - d	4; 6-1	249,03	224,13	0,50%	250	26	13	100
	e - f	1	103,84	121,68	0,50%	200	24	12	65

Blok	Segmen	Beban	Luas Atap (m <sup>2</sup> )	Luas Atap teronversi (m <sup>2</sup> )	Kemiringan Talang atap	Talang (mm)	Panjang Talang (m)	Beda Tinggi (cm)	Pipa Tegak (mm)
<b>H</b>	g - h	7; 20%6-2	66,67	60,00	0,50%	150	9	5	65
	i - j	3; 80%6-2	297,07	267,36	0,50%	250	20	10	100
	k - l	2	129,80	116,82	0,01	200	30,00	15	80
	a1 - a2	1-1	172,53	228,34	1,0%	200	14,2	14,2	80
	a3 - a4	2-1	132,24	175,01	0,5%	200	10,2	5,1	80
	b1 - b2	1-2	172,53	228,34	1,0%	200	15,2	15,2	80
	b3 - b4	2-2	132,24	175,01	0,5%	200	11,2	5,6	80
	c1 - c2	3-1	172,53	228,34	1,0%	200	16,2	16,2	80
	c3 - c4	4-1	132,24	175,01	0,5%	200	12,2	6,1	80
	d1 - d2	3-2	172,53	228,34	1,0%	200	17,2	17,2	80
	d3 - d4	4-2	132,24	175,01	0,5%	200	13,2	6,6	80

Sumber: Perhitungan

Dimensi talang yang digunakan dalam instalasi sistem pemanenan air hujan untuk keseluruhan gedung adalah 200 mm. Penyeragaman dimensi ini dilakukan untuk mempermudah pemasangan komponen. Dimensi talang 200 mm ini digunakan ketika talang yang digunakan berpenampang setengah lingkaran. Dengan pertimbangan harga dan kemudahan mendapatkan barang di pasaran, dalam perencanaan ini akan digunakan talang dengan penampang segiempat. Berdasarkan SNI 03-7065-2005, talang atap yang tidak berbentuk setengah lingkaran harus mempunyai penampang luas yang sama. Maka, dimensi talang yang digunakan adalah talang segiempat berukuran 6 inch. Dimensi pipa tegak yang digunakan adalah 100 mm.

#### **5.6.2.4 Diameter Pipa Datar**

Pipa datar dalam sistem PAH ini digunakan untuk mengalirkan air hujan menuju *ground reservoir*. Dimensi pipa datar ditentukan berdasarkan pembebanan pipa yang dalam hal ini adalah luasan atap. Acuan yang dipakai sama dengan penentuan dimensi talang air dan pipa tegak, yaitu SNI 03-7065-2005. Pada Tabel 5.20 tercantum dimensi pipa datar untuk masing-masing segmen di Asrama ITS. Pembagian segmen pipa datar sistem PAH untuk masing-masing blok tercantum di Lampiran I.

Contoh Penentuan dimensi pipa datar:

Segmen a-b Blok A (gambar 5.1)

Luas = 103,84 m<sup>2</sup>

Kemiringan = 1%

Pipa datar = 100 mm

**Tabel 5. 20** Dimensi Pipa Datar Sistem PAH Asrama ITS

Blok	Segmen	Beban	Luas Atap (m <sup>2</sup> )	Kemiringan	Pipa Datar Pembuangan (mm)	Panjang Pipa (m)
A	p1 - p2	a-b	121,68	1%	100	26,35
	p2 - p3	p1-p2; c-d	345,81	1%	150	10,7
	p3 - p4	p2-p3; e-f	418,86	1%	150	11,5
	p4 - p6	p3-p4; l-k	478,86	1%	150	10,85
	p5 - p6	g-h	116,82	1%	100	31,95
	p6 - GR	p5-p6; p3-p4	535,68	1%	200	45,52
B	p1 - p2	a-b	121,68	1%	100	26,35
	p2 - p3	p1-p2; c-d	345,81	1%	150	10,7
	p3 - p4	p2-p3; e-f	418,86	1%	150	12
	p4 - p7	p3-p4; l-k	478,86	1%	150	9,55
	p5 - p6	g-h	116,82	1%	100	31,95
	p6 - p7	p5-p6; i-j	384,18	1%	150	4,7
	p7 - GR	p6-p7; p4-p7	863,04	1%	200	0,5

Blok	Segmen	Beban	Luas Atap (m <sup>2</sup> )	Kemiringan	Pipa Datar Pembuangan (mm)	Panjang Pipa (m)
C	p1 - p2	a-b	60,00	1%	100	21,65
	p2 - p3	a-b; c-d	327,36	1%	150	34,35
	p3 - p4	p2-p3; e-f	444,18	1%	150	2,1
	p5 - p6	g-h	73,05	1%	100	27,5
	p6 - p7	p5-p6; i-j	297,18	1%	150	24,02
	p7 - p4	p6-p7; k-l	418,86	1%	150	5,55
	p4 - GR	p3-p4; p7-p4	863,04	1%	200	46,48
D	p1 - p2	a-b	73,05	1%	100	27,35
	p2 - p3	p1-p2; c-d	297,18	1%	150	23,65
	p3 - p6	p2-p3; e-f	418,86	1%	150	8,2
	p4 - p5	g-h	60,00	1%	100	21,65
	p5 - p6	p4-p5; i-j	327,36	1%	150	30
	p6 - GR	p3-p6; p5-p6; k-l	863,04	1%	200	5,2
E	p1 - p2	a-b	121,68	1%	100	26,35
	p2 - p3	p1-p2; c-d	345,81	1%	150	10,7
	p3 - p4	p2-p3; e-f	418,86	1%	150	19,4

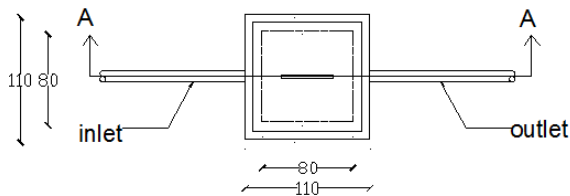
Blok	Segmen	Beban	Luas Atap (m <sup>2</sup> )	Kemiringan	Pipa Datar Pembuangan (mm)	Panjang Pipa (m)
	p5 - p6	g-h	116,82	1%	100	31,95
	p6 - p7	p5-p6; i-j	384,18	1%	150	11,35
	p7 - p4	p6-p7; k-l	444,18	1%	150	4
	p4 - GR	p3-p4; p7-p4	863,04	1%	200	7,5
H	p1 - p3	a1-a2	228,34	1%	100	2,07
	p2 - p3	b1-b2	228,34	1%	100	7,08
	p3 - p4	p1-p3; p2-p3	456,68	1%	125	28,33
	p4 - p5	p3-p4; a3-a4	631,69	1%	150	8,73
	p7 - p8	c1-c2	228,34	1%	100	2,07
	p9 - p8	d1-d2	228,34	1%	100	7,08
	p8 - p10	c1-c2; d1-d2	456,68	1%	125	28,33
	p10 - p11	p8-p10; d3-d4	631,69	1%	150	8,73
	p11 - p5	p10-p11; c3-c4; b3-b4	981,71	1%	200	17,54
	p5 - GR	p11-p5; p4-p5	1613,40	1%	250	2,4

Sumber: Perhitungan

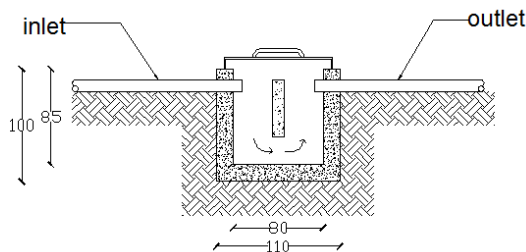
Penentuan diameter pipa datar dengan menggunakan SNI 03-7065-2005 seperti pada tabel 5.19 memerlukan penanaman pipa dengan slope. Slope yang digunakan dalam penentuan dimensi pipa datar sistem PAH ini adalah 1%, yang merupakan slope paling minimum menurut SNI 03-7065-2005. Berdasarkan survey lapangan, elevasi bangunan asrama cenderung datar dan tidak dimungkinkan untuk melakukan penggalian pipa. Berdasarkan hal tersebut, maka perencanaan mempertimbangkan penyeragaman dimensi pipa datar menjadi 100 mm (dimensi terkecil pada Tabel 5.20) dengan tujuan untuk mempercepat aliran air hujan.

### 5.6.3 Bak Kontrol

Bak kontrol dalam sistem ini berfungsi untuk memantau dan memungkinkan adanya pengendapan awal air hujan sebelum masuk *ground reservoir*. Dimensi bak control tercantum pada Gambar 5.2



**Gambar 5. 4** Tampak Atas Bak Kontrol



**Gambar 5. 5** Potongan A-A Bak Kontrol

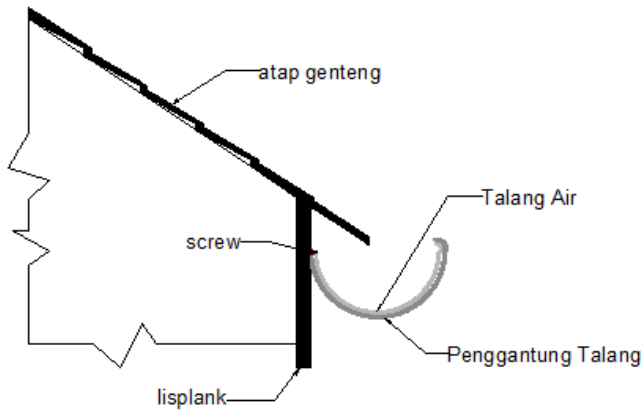
## 5.7 Pemasangan Komponen Sistem PAH

Pemasangan komponen sistem PAH ini meliputi pemasangan talang air beserta asesorisnya, penyambungan talang air menuju pipa tegak dan pipa datar untuk selanjutnya dialirkan menuju *ground reservoir*. Berikut adalah cara pemasangan komponen-komponen sistem PAH:

1. Talang air hujan dipasang pada lisplang dan di sepanjang tiris atap masing-masing bangunan di Asrama ITS (Blok A, B, C, D, E, G, H, I, dan J). Lisplang harus dalam kondisi yang masih baik. Untung menggantungkan talang pada lisplang digunakan asesoris talang yaitu penggantung talang.
2. Talang air dipasang miring dengan slope sesuai dengan perhitungan pada Tabel 5.19 dari ujung talang mengarah ke pipa vertikal masing-masing segmen atap Asrama ITS.
3. Pada bagian ujung akhir talang yang menuju pipa tegak dipasang corong talang sehingga air dapat mengalir ke pipa tegak.
4. Pasang penutup talang pada masing-masing ujung talang
5. Kebutuhan talang yang cukup panjang membuat diperlukan beberapa potong talang memerlukan penyambung talang. Penyambung talang ini dipasang pada bagian bawah talang, dimana potongan karet menutupi bagian sambungan
6. Untuk kepentingan pembuangan air hujan pertama, pada bagian pipa tegak dipasang tee pada ketinggian 1 meter dari tanah. Tee tersebut akan dihubungkan dengan pipa yang menuju drainase asrama (tempat air hujan dibuang) dan *ground reservoir*.
7. Pipa yang menuju *ground reservoir* dilengkapi dengan valve untuk membuka dan menutup aliran (flushing hujan pertama)
8. Asesoris yang diperlukan pada pipa datar yang menghubungkan pipa tegak dan *ground reservoir* adalah tee dan belokan.

Sketsa pemasangan talang dan pipa sistem PAH tercantum pada Gambar 5.5 Dan 5.6.





**Gambar 5. 6** Pemasangan Talang pada Bangunan



**Gambar 5. 7** Detail Pemasangan Pipa Tegak dan Valve pada Bangunan

### 5.8 Potensi Penghematan

Curah hujan bulanan rata-rata berfluktuasi dari selama musim hujan yang biasanya terjadi pada bulan November sampai Mei. Besarnya curah hujan ini berpengaruh pada besarnya nilai penghematan yang diestimasikan per bulannya untuk masing-masing blok Asrama. Pada Tabel 5.21 tercantum curah hujan rata-rata pada bulan November sampai Mei. Perhitungan curah hujan rata-rata dihitung berdasarkan data Stasiun Hujan Keputih selama 10 tahun. Data hujan Stasiun Hujan Keputih terlampir.

**Tabel 5. 21** Curah Hujan Rata-Rata November sampai Mei

Bulan	Curah Hujan Rata-rata (mm/bulan)
November	115
Desember	319
Januari	359
Februari	365
Maret	321
April	169
Mei	117

Sumber: Perhitungan

Berdasarkan data pada Tabel 5.21, maka dapat dihitung estimasi penghematan dari penerapan sistem PAH seperti tercantum pada Tabel 5.22.

**Tabel 5. 22** Estimasi Persentase Peghematan Air Bersih PDAM dengan penerapan sistem PAH

Bulan	Curah Hujan Rata-Rata (mm/bulan)	Blok	Luas Atap (m <sup>2</sup> )	Supply (m <sup>3</sup> /bln)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /bln)	Penghematan Air Bersih
Nov	115	A	983	90,55	219,05	41%
		B	983	90,55	197,85	46%
		C	983	90,55	211,98	43%
		D	983	90,55	222,58	41%
		E	983	90,55	204,92	44%
		F	1219	112,30	678,34	17%
		G	1219	112,30	678,34	17%
		H	1219	112,30	678,34	17%
		I	1219	112,30	678,34	17%
		J	1219	112,30	678,34	17%

Bulan	Curah Hujan Rata-Rata (mm/bulan)	Blok	Luas Atap (m <sup>2</sup> )	Supply (m <sup>3</sup> /bln)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /bln)	Penghematan Air Bersih
Des	319	A	983	251,06	219,05	115%
		B	983	251,06	197,85	127%
		C	983	251,06	211,98	118%
		D	983	251,06	222,58	113%
		E	983	251,06	204,92	123%
		F	1219	311,35	678,34	46%
		G	1219	311,35	678,34	46%
		H	1219	311,35	678,34	46%
		I	1219	311,35	678,34	46%
		J	1219	311,35	678,34	46%
Jan	359	A	983	282,28	219,05	129%
		B	983	282,28	197,85	143%
		C	983	282,28	211,98	133%
		D	983	282,28	222,58	127%
		E	983	282,28	204,92	138%
		F	1219	350,07	678,34	52%
		G	1219	350,07	678,34	52%
		H	1219	350,07	678,34	52%
		I	1219	350,07	678,34	52%
		J	1219	350,07	678,34	52%
Feb	365	A	983	286,96	219,05	131%
		B	983	286,96	197,85	145%
		C	983	286,96	211,98	135%
		D	983	286,96	222,58	129%
		E	983	286,96	204,92	140%

Bulan	Curah Hujan Rata-Rata (mm/bulan)	Blok	Luas Atap (m <sup>2</sup> )	Supply (m <sup>3</sup> /bln)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /bln)	Penghematan Air Bersih
		F	1219	355,87	678,34	52%
		G	1219	355,87	678,34	52%
		H	1219	355,87	678,34	52%
		I	1219	355,87	678,34	52%
		J	1219	355,87	678,34	52%
Maret	321	A	983	252,43	219,05	115%
		B	983	252,43	197,85	128%
		C	983	252,43	211,98	119%
		D	983	252,43	222,58	113%
		E	983	252,43	204,92	123%
		F	1219	313,06	678,34	46%
		G	1219	313,06	678,34	46%
		H	1219	313,06	678,34	46%
		I	1219	313,06	678,34	46%
		J	1219	313,06	678,34	46%
April	169	A	983	133,06	219,05	61%
		B	983	133,06	197,85	67%
		C	983	133,06	211,98	63%
		D	983	133,06	222,58	60%
		E	983	133,06	204,92	65%
		F	1219	165,01	678,34	24%
		G	1219	165,01	678,34	24%
		H	1219	165,01	678,34	24%
		I	1219	165,01	678,34	24%
		J	1219	165,01	678,34	24%

Bulan	Curah Hujan Rata-Rata (mm/bulan)	Blok	Luas Atap (m <sup>2</sup> )	Supply (m <sup>3</sup> /bln)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /bln)	Penghematan Air Bersih
Mei	117	A	983	91,81	219,05	42%
		B	983	91,81	197,85	46%
		C	983	91,81	211,98	43%
		D	983	91,81	222,58	41%
		E	983	91,81	204,92	45%
		F	1219	113,86	678,34	17%
		G	1219	113,86	678,34	17%
		H	1219	113,86	678,34	17%
		I	1219	113,86	678,34	17%
		J	1219	13,86	678,34	17%

Sumber: Perhitungan

Perhitungan estimasi persentase penghematan pada Tabel 5.22 merupakan estimasi penghematan maksimum air bersih PDAM dengan penerapan sistem PAH. Pada Bulan Desember sampai Maret, dengan curah hujan rata-rata di atas 300 mm/bulan, sistem PAH dapat memenuhi kebutuhan air di Blok A, B, C, D, dan E. Namun, penggunaan air bersih PDAM juga masih dimungkinkan karena sistem PAH hanya dimaksudkan sebagai alternatif penyediaan air bersih selain PDAM di Asrama ITS.

Perguruan tinggi terakreditasi A dengan penggunaan air lebih dari 20 m<sup>3</sup> dikenakan biaya sebesar Rp 7.500,00 per m<sup>3</sup> berdasarkan tabel tarif PDAM Kota Surabaya (lampiran III).

Contoh perhitungan:

Blok A, Bulan November

Kebutuhan air bersih (Tabel 5.22) = 219,05 m<sup>3</sup>

Supply hujan (tabel 5.22) = 90,55 m<sup>3</sup>/bulan

$$\begin{aligned}\text{Estimasi biaya PDAM} &= \text{Rp } 7.500,00 \times 219,05 \\ &= \text{Rp } 1.642.863,60\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya air PDAM yang tercukupi dari sistem PAH} &= \text{Rp } 7500,00 \times 90,55 \text{ m}^3 \\ &= \text{Rp } 679.155,00\end{aligned}$$

$$\text{Biaya pengadaan PAH} = \text{Rp } 432.219,20 \text{ per bulan}$$

Estimasi biaya PDAM yang dibayarkan dengan adanya sistem PAH

$$\begin{aligned}C &= \text{Rp } 390.571,43 + (\text{Rp } 1.642.863,60 - \text{Rp } 679.155,00) \\ &= \text{Rp } 1.354.280,33\end{aligned}$$

Estimasi penghematan tiap bulan (P)

$$\begin{aligned}P &= \text{Rp } 1.642.863,60 - \text{Rp } 1.354.280,33 \\ &= \text{Rp } 288.583,27 \\ &\approx \text{Rp } 289.000,00\end{aligned}$$

Rincian estimasi penghematan maksimum untuk masing-masing blok per bulan tercantum dalam Tabel 5.23.

**Tabel 5. 23** Estimasi Penghematan Maksimum Penerapan Sistem PAH

Bulan	Blok	Estimasi Biaya Air Pdam (Rp per Bulan)	Estimasi Biaya yang Terpenuhi dari PAH (Rp per Bulan)	Biaya Pengadaan Sistem PAH (Rp per Bulan)	Biaya yang Dikeluarkan Tiap Bulan (Rp per Bulan)	Estimasi Penghematan Tiap Bulan (Rp per Bulan)
Nov	A	1.642.863,60	679.155	390.571,43	1.354.280,33	288.583,27
	B	1.483.876,80	679.155	390.571,43	1.195.293,53	288.583,27
	C	1.589.868,00	679.155	390.571,43	1.301.284,73	288.583,27
	D	1.669.361,40	679.155	390.571,43	1.380.778,13	288.583,27
	E	1.536.872,40	679.155	390.571,43	1.248.289,13	288.583,27
	F	5.087.577,60	842.262	390.571,43	4.635.886,67	451.690,93
	G	5.087.577,60	842.262	390.571,43	4.635.886,67	451.690,93
	H	5.087.577,60	842.262	390.571,43	4.635.886,67	451.690,93
	I	5.087.577,60	842.262	390.571,43	4.635.886,67	451.690,93
	J	5.087.577,60	842.262	390.571,43	4.635.886,67	451.690,93
Total		33.360.730,20	Total			3.701.371,03
Des	A	1.642.863,60	1.642.864	390.571,43	390.571,43	1.252.292,17
	B	1.483.876,80	1.483.877	390.571,43	390.571,43	1.093.305,37
	C	1.589.868,00	1.589.868	390.571,43	390.571,43	1.199.296,57
	D	1.669.361,40	1.669.361	390.571,43	390.571,43	1.278.789,97
	E	1.536.872,40	1.536.872	390.571,43	390.571,43	1.146.300,97
	F	5.087.577,60	2.335.148	390.571,43	3.143.001,32	1.944.576,28

Bulan	Blok	Estimasi Biaya Air Pdam (Rp per Bulan)	Estimasi Biaya yang Terpenuhi dari PAH (Rp per Bulan)	Biaya Pengadaan Sistem PAH (Rp per Bulan)	Biaya yang Dikeluarkan Tiap Bulan (Rp per Bulan)	Estimasi Penghematan Tiap Bulan (Rp per Bulan)
	G	5.087.577,60	2.335.148	390.571,43	3.143.001,32	1.944.576,28
	H	5.087.577,60	2.335.148	390.571,43	3.143.001,32	1.944.576,28
	I	5.087.577,60	2.335.148	390.571,43	3.143.001,32	1.944.576,28
	J	5.087.577,60	2.335.148	390.571,43	3.143.001,32	1.944.576,28
Total		33.360.730,20	Total			15.692.866,48
Jan	A	1.642.863,60	1.642.864	390.571,43	390.571,43	1.252.292,17
	B	1.483.876,80	1.483.877	390.571,43	390.571,43	1.093.305,37
	C	1.589.868,00	1.589.868	390.571,43	390.571,43	1.199.296,57
	D	1.669.361,40	1.669.361	390.571,43	390.571,43	1.278.789,97
	E	1.536.872,40	1.536.872	390.571,43	390.571,43	1.146.300,97
	F	5.087.577,60	2.625.533	390.571,43	2.852.616,46	2.234.961,14
	G	5.087.577,60	2.625.533	390.571,43	2.852.616,46	2.234.961,14
	H	5.087.577,60	2.625.533	390.571,43	2.852.616,46	2.234.961,14
	I	5.087.577,60	2.625.533	390.571,43	2.852.616,46	2.234.961,14
	J	5.087.577,60	2.625.533	390.571,43	2.852.616,46	2.234.961,14
Total		33.360.730,20	Total			17.144.790,74
Feb	A	1.642.863,60	1.642.864	390.571,43	390.571,43	1.252.292,17
	B	1.483.876,80	1.483.877	390.571,43	390.571,43	1.093.305,37



Bulan	Blok	Estimasi Biaya Air Pdam (Rp per Bulan)	Estimasi Biaya yang Terpenuhi dari PAH (Rp per Bulan)	Biaya Pengadaan Sistem PAH (Rp per Bulan)	Biaya yang Dikeluarkan Tiap Bulan (Rp per Bulan)	Estimasi Penghematan Tiap Bulan (Rp per Bulan)
	C	1.589.868,00	1.589.868	390.571,43	390.571,43	1.199.296,57
	D	1.669.361,40	1.669.361	390.571,43	390.571,43	1.278.789,97
	E	1.536.872,40	1.536.872	390.571,43	390.571,43	1.146.300,97
	F	5.087.577,60	2.669.054	390.571,43	2.809.095,31	2.278.482,29
	G	5.087.577,60	2.669.054	390.571,43	2.809.095,31	2.278.482,29
	H	5.087.577,60	2.669.054	390.571,43	2.809.095,31	2.278.482,29
	I	5.087.577,60	2.669.054	390.571,43	2.809.095,31	2.278.482,29
	J	5.087.577,60	2.669.054	390.571,43	2.809.095,31	2.278.482,29
Total		33.360.730,20	Total			17.362.396,52
Maret	A	1.642.863,60	1.642.864	390.571,43	390.571,43	1.252.292,17
	B	1.483.876,80	1.483.877	390.571,43	390.571,43	1.093.305,37
	C	1.589.868,00	1.589.868	390.571,43	390.571,43	1.199.296,57
	D	1.669.361,40	1.669.361	390.571,43	390.571,43	1.278.789,97
	E	1.536.872,40	1.536.872	390.571,43	390.571,43	1.146.300,97
	F	5.087.577,60	2.347.948	390.571,43	3.130.200,98	1.957.376,62
	G	5.087.577,60	2.347.948	390.571,43	3.130.200,98	1.957.376,62
	H	5.087.577,60	2.347.948	390.571,43	3.130.200,98	1.957.376,62
	I	5.087.577,60	2.347.948	390.571,43	3.130.200,98	1.957.376,62

Bulan	Blok	Estimasi Biaya Air Pdam (Rp per Bulan)	Estimasi Biaya yang Terpenuhi dari PAH (Rp per Bulan)	Biaya Pengadaan Sistem PAH (Rp per Bulan)	Biaya yang Dikeluarkan Tiap Bulan (Rp per Bulan)	Estimasi Penghematan Tiap Bulan (Rp per Bulan)
	J	5.087.577,60	2.347.948	390.571,43	3.130.200,98	1.957.376,62
Total		33.360.730,20	Total			15.756.868,18
April	A	1.642.863,60	997.942	390.571,43	1.035.493,43	607.370,17
	B	1.483.876,80	997.942	390.571,43	876.506,63	607.370,17
	C	1.589.868,00	997.942	390.571,43	982.497,83	607.370,17
	D	1.669.361,40	997.942	390.571,43	1.061.991,23	607.370,17
	E	1.536.872,40	997.942	390.571,43	929.502,23	607.370,17
	F	5.087.577,60	1.237.610	390.571,43	4.240.539,03	847.038,57
	G	5.087.577,60	1.237.610	390.571,43	4.240.539,03	847.038,57
	H	5.087.577,60	1.237.610	390.571,43	4.240.539,03	847.038,57
	I	5.087.577,60	1.237.610	390.571,43	4.240.539,03	847.038,57
	J	5.087.577,60	1.237.610	390.571,43	4.240.539,03	847.038,57
Total		33.360.730,20	Total			7.272.043,72
Mei	A	1.642.863,60	688.592	390.571,43	1.344.843,53	298.020,07
	B	1.483.876,80	688.592	390.571,43	1.185.856,73	298.020,07
	C	1.589.868,00	688.592	390.571,43	1.291.847,93	298.020,07
	D	1.669.361,40	688.592	390.571,43	1.371.341,33	298.020,07
	E	1.536.872,40	688.592	390.571,43	1.238.852,33	298.020,07

Bulan	Blok	Estimasi Biaya Air Pdam (Rp per Bulan)	Estimasi Biaya yang Terpenuhi dari PAH (Rp per Bulan)	Biaya Pengadaan Sistem PAH (Rp per Bulan)	Biaya yang Dikeluarkan Tiap Bulan (Rp per Bulan)	Estimasi Penghematan Tiap Bulan (Rp per Bulan)
	F	5.087.577,60	853.966	390.571,43	4.624.183,50	463.394,10
	G	5.087.577,60	853.966	390.571,43	4.624.183,50	463.394,10
	H	5.087.577,60	853.966	390.571,43	4.624.183,50	463.394,10
	I	5.087.577,60	853.966	390.571,43	4.624.183,50	463.394,10
	J	5.087.577,60	853.966	390.571,43	4.624.183,50	463.394,10
Total		33.360.730,20	Total			3.807.070,86

Sumber: Perhitungan

## 5.9 Prosedur Operasional Pemanenan Air Hujan

- Petunjuk Pelaksanaan Bagi Penanggung Jawab Sistem Pemanenan Air Hujan
  4. Buang air hujan pertama (kira-kira 5 menit pertama dengan membuka *valve* pembuangan pada pipa tegak untuk menghindari kualitas buruk hujan yang masuk ke *ground reservoir*
  5. Pastikan *filter/ screen* penyaring kotoran terpasang dan dalam kondisi yang baik
  6. Setelah hujan pertama, tutup kembali *valve* pembuangan air hujan sehingga air hujan dapat masuk ke *ground reservoir*
  7. Sebagai langkah antisipasi penuhnya *ground reservoir* existing, maka pastikan *valve* penghubung *ground reservoir* dengan tangki penyimpanan air dalam posisi terbuka.
  8. Air hujan dan air PDAM yang tercampur dalam *ground reservoir* dapat langsung digunakan untuk air bersih.
- Petunjuk Perawatan Sistem Pemanenan Air Hujan
  1. Bersihkan secara berkala (6 bulan sekali) dari ranting-ranting dan pohon yang dapat mengotori talang penangkap air hujan
  2. Filter air hujan harus dapat dilepas dan dipasang kembali dengan mudah untuk membersihkan sampah (daun, plastik, dll)
  3. *Ground reservoir* air hujan dibersihkan selama 6 bulan sekali untuk membersihkan endapan yang terbawa oleh air hujan maupun PDAM
- **Petunjuk Pembersihan Ground Reservoir**
  1. Pompakan keluar semua air dalam *ground reservoir*
  2. Melalui *manhole*, petugas pembersih masuk dan membersihkan dinding dan lantai *ground reservoir*
  3. Bersihkan endapan-endapan yang tertinggal
  4. Isi kembali *ground reservoir*

## BAB VI BOQ DAN RAB

*Bill Of Quantity* (BOQ) diperlukan untuk menunjukkan besarnya volume pekerjaan dan jumlah kebutuhan komponen sistem perencanaan. Total jumlah kebutuhan komponen dan volume tersebut selanjutnya digunakan dalam perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Rencana Anggaran Biaya (RAB) menunjukkan jumlah biaya yang harus dikeluarkan dalam pembangunan suatu proyek. Rancangan anggaran biaya ini digunakan dalam perhitungan potensi penghematan per bulan untuk penerapan sistem pemanenan air hujan di Asrama ITS. Pada tabel 6.1 dan tabel 6.2 tercantum hasil perhitungan BOQ dan RAB sistem pemanenan air hujan Asrama ITS.

### 6.1 Bill of Quantity

#### 6.1.1 Talang dan Perpipaan

Talang yang digunakan dalam perencanaan sistem ini adalah talang dengan bahan PVC. Pipa datar dan tegak untuk sistem PAH ini adalah jenis pipa PVC. Pada tabel 6.1 tercantum hasil perhitungan BOQ untuk talang dan pipa. Kebutuhan aksesoris talang dan pipa tercantum pada tabel 6.2.

**Tabel 6. 1** Kebutuhan Talang dan Pipa Sistem PAH

No	Perpipaan				
	Jenis Kebutuhan	bagian	kebutuhan (m)	panjang pasaran (m)	jumlah (buah)
1	Talang Air diameter 6 inch	Blok A	118	4	30
		Blok B	118	4	30
		Blok C	118	4	30
		Blok D	118	4	30
		Blok E	118	4	30
		Blok G	110	4	28

No	Perpipaan				
	Jenis Kebutuhan	bagian	kebutuhan (m)	panjang pasaran (m)	jumlah (buah)
		Blok H	110	4	28
		Blok I	110	4	28
		Blok J	110	4	28
		Total	1028		262
2	Pipa Tegak PVC diameter 4 inch	Blok A	36	4	9
		Blok B	36	4	9
		Blok C	36	4	9
		Blok D	36	4	9
		Blok E	36	4	9
		Blok G	102	4	26
		Blok H	102	4	26
		Blok I	102	4	26
		Blok J	102	4	26
		Total	586		149
3	Pipa Datar PVC diameter 4 inch	Blok A	136,87	4	35
		Blok B	95,75	4	24
		Blok C	161,65	4	41
		Blok D	116,05	4	30
		Blok E	111,25	4	28
		Blok G	112,36	4	29
		Blok H	112,36	4	29
		Blok I	112,36	4	29
		Blok J	112,36	4	29
		Total	1071		274

Sumber: Perhitungan

**Tabel 6. 2** Kebutuhan Aksesoris Talang dan Pipa  
Sistem PAH Asrama ITS

No	Aksesories	Blok	Jumlah	Satuan
1	<i>Gutter joint</i> (Penyambung Talang)	A	29	unit
		B	29	unit
		C	29	unit
		D	29	unit
		E	29	unit
		G	27	unit
		H	27	unit
		I	27	unit
		J	27	unit
		Total	253	unit
2	<i>Stopend</i> (Penutup talang)	A	6	pasang
		B	6	pasang
		C	6	pasang
		D	6	pasang
		E	6	pasang
		G	8	pasang
		H	8	pasang
		I	8	pasang
		J	8	pasang
		Total	62	pasang
3	<i>Bracket</i> (Penggantung Talang)	A	145	unit
		B	145	unit
		C	145	unit
		D	145	unit
		E	145	unit
		G	135	unit

No	Aksesories	Blok	Jumlah	Satuan
		H	135	unit
		I	135	unit
		J	135	unit
		Total	1265	unit
4	Nozzle (Corong Penampung)	A	6	unit
		B	6	unit
		C	6	unit
		D	6	unit
		E	6	unit
		G	8	unit
		H	8	unit
		I	8	unit
		J	8	unit
		Total	62	unit
5	Pipa Klem PVC 4 inch (Penahan Pipa)	A	12	unit
		B	12	unit
		C	12	unit
		D	12	unit
		E	12	unit
		G	16	unit
		H	16	unit
		I	16	unit
		J	16	unit
		Total	124	unit
6	elbow 45 derajat AW 4 inch (isi 18/box)	A	0,33	box
		B	0,33	box
		C	0,33	box
		D	0,33	box



No	Aksesories	Blok	Jumlah	Satuan
		E	0,33	box
		G	0,44	box
		H	0,44	box
		I	0,44	box
		J	0,44	box
		Total	4	box
7	Elbow AW 4 inch (isi 9/box)	A	1	box
		B	1	box
		C	1	box
		D	1	box
		E	1	box
		G	2	box
		H	2	box
		I	2	box
		J	2	box
		Total	12	box
8	Ball Valve 4 inch	A	6	unit
		B	6	unit
		C	6	unit
		D	6	unit
		E	6	unit
		G	8	unit
		H	8	unit
		I	8	unit
		J	8	unit
		sambungan ground	3	unit

Sumber: Perhitungan

### 6.1.2 Penggalian Tanah

Penggalian tanah dilakukan dengan bentuk tampak samping berupa trapesium. Gambar 6.1 menunjukkan bentuk galian tanah. Volume galian tanah dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

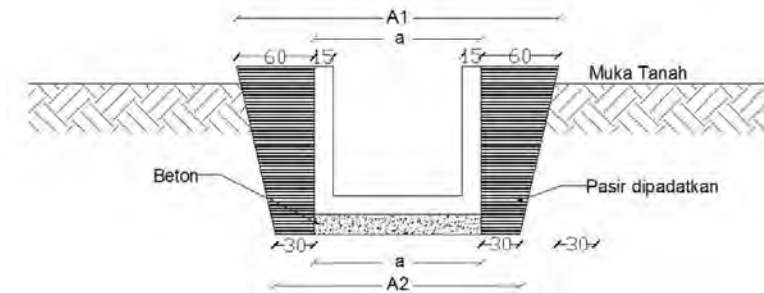
$$\text{Volume galian} = \frac{1}{2} \times (A1 + A2) \times y \times L$$

Dimana:

y = kedalaman bangunan (h) + tebal pasir (15 cm)

L = panjang bangunan

Volume yang terbangun = Luas bangunan (As) x y



**Gambar 6. 1** Tipikal Ukuran Galian

Berikut ini merupakan perhitungan volume galian tanah untuk *box control* dan tangki air hujan (*ground reservoir* tambahan):

- Volume galian tanah *box control*

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{1}{2} \times (A1 + A2) \times y \times L \\ &= \frac{1}{2} \times (A1 + A2) \times y \times L \end{aligned}$$

- Volume galian tanah tangki air hujan Blok A,C,D

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \times (0,6+0,15+6,75+0,15+0,6)+(0,3+0,15+6,75+0,15+0,3) \times \\ &\quad (1,5+0,15+0,15) \times 3,3 \\ &= 49,566 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Volume galian tanah tangki air hujan Blok B  

$$= \frac{1}{2} \times (0,6+0,15+3,2+0,15+0,6)+(0,3+0,15+3,2+0,15+0,3) \times (1,5+0,15+0,15) \times 2,15$$

$$= 31,96 \text{ m}^3$$
- Volume galian tanah tangki air hujan Blok E  

$$= \frac{1}{2} \times (0,6+0,15+3,2+0,15+0,6)+(0,3+0,15+3,2+0,15+0,3) \times (1,5+0,15+0,15) \times 2,15$$

$$= 31,96 \text{ m}^3$$

### 6.1.3 Volume Urugan Pasir

Perhitungan volume urugan pasir untuk pembangunan tangki air hujan adalah sebagai berikut:

- Volume urugan pasir tangki air hujan Blok ACD  
 Volume urugan pasir = Luas tangki x ketinggian urugan  

$$= 6,75 \times 3,3 \times 0,15$$

$$= 3,34 \text{ m}^3$$
- Volume urugan pasir tangki air hujan Blok B  
 Volume urugan pasir = Luas tangki x ketinggian urugan  

$$= 3,2 \times 2,15 \times 0,15$$

$$= 1,03 \text{ m}^3$$
- Volume urugan pasir tangki air hujan Blok E  
 Volume urugan pasir = Luas tangki x ketinggian urugan  

$$= 3,2 \times 2,15 \times 0,15$$

$$= 1,03 \text{ m}^3$$

### 6.1.4 Beton K225

Perhitungan volume beton untuk pembangunan tangki air hujan adalah sebagai berikut:

- Volume beton tangki air hujan Blok ACD  
 Volume beton = Vol. tangki dengan dinding – Vol. efektif tangki  

$$= ((0,15+6,75+0,15) \times (1,5+0,15) \times 3,3) - (6,75 \times 1,5 \times 3,3)$$

$$= 4,98 \text{ m}^3$$
- Volume beton pasir tangki air hujan Blok B  
 Volume beton = Vol. tangki dengan dinding – Vol. efektif tangki

$$= ((0,15+3,2+0,15) \times (1,5+0,15) \times 2,15) - (3,2 \times 1,5 \times 2,15) \\ = 2,10 \text{ m}^3$$

- Volume beton pasir tangki air hujan Blok B  
Volume beton = Vol. tangki dengan dinding – Vol. efektif tangki  
 $= ((0,15+3,2+0,15) \times (1,5+0,15) \times 2,15) - (3,2 \times 1,5 \times 2,15)$   
 $= 2,10 \text{ m}^3$

### 6.1.5 Bekisting Dinding

Perhitungan bekisting dinding untuk pembuatan tangki air hujan adalah sebagai berikut:

- Bekisting dinding tangki air hujan Blok A,C,D  
Bekisting dinding tangki air hujan = Luas dinding tangki  
 $= (2 \times 6,75 \times 1,5) + (2 \times 3,2 \times 1,5)$   
 $= 30,15 \text{ m}^2$
- Bekisting dinding tangki air hujan Blok B  
Bekisting dinding tangki air hujan = Luas dinding tangki  
 $= (2 \times 3,2 \times 1,5) + (2 \times 2,15 \times 1,5)$   
 $= 16,05 \text{ m}^2$
- Bekisting dinding tangki air hujan Blok E  
Bekisting dinding tangki air hujan = Luas dinding tangki  
 $= (2 \times 3,2 \times 1,5) + (2 \times 2,15 \times 1,5)$   
 $= 16,05 \text{ m}^2$

### 6.1.6 Plat Tutup

Perhitungan volume plat tutup untuk pembangunan tangki air hujan adalah sebagai berikut:

- Volume plat tutup tangki air hujan Blok A, C, D  
Volume plat tutup = Vol tutup total – Vol tutup manhole  
 $= ((0,15+6,75+0,15) \times (0,15+3,3+0,15) \times 0,15) - (0,6 \times 0,6 \times 0,15)$   
 $= 3,75 \text{ m}^3$
- Volume plat tutup tangki air hujan Blok B  
Volume plat tutup = Vol tutup total – Vol tutup manhole  
 $= ((0,15+3,2+0,15) \times (0,15+2,15+0,15) \times 0,15) - (0,6 \times 0,6 \times 0,15)$   
 $= 1,29 \text{ m}^3$

- Volume plat tutup tangki air hujan Blok E  

$$\text{Volume plat tutup} = \text{Vol tutup total} - \text{Vol tutup manhole}$$

$$= ((0,15+3,2+0,15) \times (0,15+2,15+0,15) \times 0,15) - (0,6 \times 0,6 \times 0,15)$$

$$= 1,29 \text{ m}^3$$

#### 6.1.7 Tegel Keramik 30x30 cm

Perhitungan luas pemasangan tegel keramik untuk pembangunan tangki air hujan adalah sebagai berikut:

- Luas pemasangan tegel keramik tangki air hujan Blok A, C, D  

$$\begin{aligned} \text{Luas total} &= \text{Luas dinding tangki} + \text{Luas lantai tangki} \\ &= (2 \times 6,75 \times 1,5) + (2 \times 3,2 \times 1,5) + (6,75 \times 3,3) \\ &= 37,03 \text{ m}^2 \end{aligned}$$
- Luas pemasangan tegel keramik tangki air hujan Blok B  

$$\begin{aligned} \text{Luas total} &= \text{Luas dinding tangki} + \text{Luas lantai tangki} \\ &= (2 \times 3,2 \times 1,5) + (2 \times 2,15 \times 1,5) + (3,2 \times 2,15) \\ &= 16,05 \end{aligned}$$
- Luas pemasangan tegel keramik tangki air hujan Blok E  

$$\begin{aligned} \text{Luas total} &= \text{Luas dinding tangki} + \text{Luas lantai tangki} \\ &= (2 \times 3,2 \times 1,5) + (2 \times 2,15 \times 1,5) + (3,2 \times 2,15) \\ &= 16,05 \end{aligned}$$

#### 6.1.8 Volume Bak Kontrol

Dimensi bak kontrol yang direncanakan adalah 1,1 m x 1,1 m x 1 m. Perhitungan volume pekerjaan bak kontrol adalah:

- Volume bak  

$$= 1,1 \times 1,1 \times (1+0,15)$$

$$= 1,40 \text{ m}^3$$

Masing-masing blok di Asrama memiliki satu buah bak kontrol, sehingga volume pekerjaan bak kontrol keseluruhan di asrama adalah:

- Total volume pekerjaan bak kontrol  

$$= 1,40 \text{ m}^3/\text{unit} \times 9 \text{ unit}$$

$$= 12,52 \text{ m}^3$$

### 6.2 Rancangan Anggaran Biaya

Rancangan anggaran biaya untuk perencanaan sistem PAH Asrama ITS dihitung berdasarkan harga komponen sistem

yang berlaku di pasaran dan HSPK Kota Surabaya 2015. Berdasarkan perhitungan bill of quantity pada Tabel 6.1 dan 6.2, kemudian disusun RAB yang tercantum pada Tabel 6.3.

**Tabel 6. 3 Rencana Anggaran Biaya Sistem PAH Asrama ITS**

Kebutuhan	Biaya	
GR ACD	Rp	44.210.490,26
GR B	Rp	20.420.380,89
GR E	Rp	20.420.380,89
Bak Kontrol 9 unit	Rp	11.750.375,94
Pemasangan Pipa PVC 114 mm	Rp	87.106.584,44
Pemasangan Tee	Rp	3.408.930,00
Talang air 8 inch	Rp	22.532.000,00
Gutter joint (Penyambung Talang)	Rp	1.644.500,00
Stopend (Penutup talang)	Rp	372.000,00
Bracket (Penggantung Talang)	Rp	4.427.500,00
Nozzle (Corong Penampung)	Rp	1.240.000,00
Pipa Klem PVC 4 inch (Penahan Pipa)	Rp	1.240.000,00
elbow 45 derajat AW 4 inch (isi 18/box)	Rp	558.000,00
Elbow AW 4 inch (isi 9/box)	Rp	225.800,00
Ball Valve 4 inch	Rp	900.000,00
Total	Rp	220.456.942,42

Sumber: perhitungan

Dengan memperhatikan besarnya pajak 10%, maka Total biaya pembangunan sistem PAH di Asrama ITS adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Total biaya} &= (100\%+10\%) \times \text{Rp } 220.456.942,42 \\
 &= \text{Rp } 242.502.636,67 \\
 &\approx \text{Rp } 243.000.000,00
 \end{aligned}$$

Rencana anggaran biaya pada tabel 6.3 di atas digunakan dalam perhitungan biaya investasi yang selanjutnya akan dihitung per bulan. Perhitungan biaya investasi ini dihitung dengan memperhatikan umur komponen sistem PAH. Investasi pengadaan komponen sistem PAH ini hanya dibebankan pada

musim hujan (November- Mei). Pembangunan ground reservoir baru untuk akan dibebankan selama 15 tahun, sedangkan komponen perpipaan sistem PAH dibebankan selama 10 tahun.

Berikut ini adalah contoh perhitungan biaya investasi sistem PAH :

Jenis Komponen : Ground Reservoir Blok ACD

Biaya Pembangunan = Rp 57.671.203,89

Jangka waktu investasi = 15 tahun

= 15 tahun x 7 bulan hujan/ tahun

= 105 bulan

Biaya invetasi per bulan = Rp 57.671.203,89 : 105 bulan

= Rp 604.174,52

Pada Tabel 6.4 tercantum besarnya invetasi per bulan komponen sistem PAH.

**Tabel 6. 4** Biaya investasi Komponen PAH per bulan

Kebutuhan	Biaya per bulan
GR ACD	Rp 463.157,52
GR B	Rp 213.927,80
GR E	Rp 213.927,80
Bak Kontrol 9 buah	Rp 123.099,18
Pemasangan Pipa PVC 114 mm	Rp 1.368.817,76
Pemasangan Tee	Rp 53.568,90
Talang air 8 inch	Rp 354.074,29
Gutter joint (Penyambung Talang	Rp 25.842,14
Stopend (Penutup talang)	Rp 5.845,71
Bracket (Penggantung Talang)	Rp 69.575,00
Nozzle (Corong Penampung)	Rp 19.485,71
Pipa Klem PVC 4 inch (Penahan Pipa)	Rp 19.485,71
elbow 45 derajat AW 4 inch (isi 18/box)	Rp 8.768,57
Elbow AW 4 inch (isi 9/box)	Rp 3.548,29
Ball Valve 4 inch	Rp 14.142,86
Total	Rp 2.957.267,23

Sumber : Perhitungan

Berdasarkan tabel 6.4 maka biaya investasi sistem PAH untuk Asrama ITS adalah Rp 2.957.267,23. Maka biaya untuk masing-masing blok per bulannya dengan memperhitungkan pajak sebesar 10% adalah:

Biaya investasi per blok =  $(100\%+10\%) \times \text{Rp } 2.957.267,23$ .

= Rp 361.443,77 per bulan

= Rp 362.000,00 per bulan

Pada sub bab operasional sistem PAH (Sub bab 5.8), pembersihan ground reservoir dilakukan 2 kali dalam setahun. Biaya yang diestimasikan untuk pembersihan ground reservoir dan komponen lainnya adalah:

Biaya pembersihan = Rp 200.000 per tahun

= Rp 28.571 per bulan

Maka total biaya investasi sistem PAH per bulan untuk masing-masing blok adalah:

Total Biaya = Biaya investasi komponen + Biaya pembersihan

= Rp 362.000,00 + Rp 28.571,00

= Rp 390.571,00



## **BAB VII KESIMPULAN**

### **8.1 Kesimpulan**

Kesimpulan dari hasil dan pembahasan perencanaan sistem pemanenan air hujan di Asrama ITS adalah sebagai berikut:

- Sistem PAH Asrama ITS telah direncanakan untuk pemenuhan air bersih selama musim hujan. Air hujan yang jatuh ke atap bangunan, disimpan pada masing-masing sebuah unit *ground reservoir* berkapasitas 26,73 m<sup>3</sup> dan 8,25 m<sup>3</sup> untuk blok A, C, dan D serta blok B dan E. Sedangkan blok G, H, I, dan J dapat memanfaatkan *ground reservoir existing*.
- Estimasi penghematan yang dapat dicapai dari penerapan sistem PAH ini dihitung untuk bulan November sampai Mei. Estimasi teoritis penghematan pembayaran retribusi PDAM bervariasi dengan nilai penghematan antara Rp 3.500.000,00-Rp 17.000.000,00 per bulan
- Rancangan anggaran biaya perencanaan sistem pemanenan air hujan di Asrama ITS ini adalah Rp 243.000.000,00 per tahun 2016

### **8.2 Saran**

Saran untuk pengembangan sistem pemanenan air hujan sebagai alternatif penyediaan air bersih adalah sebagai berikut:

- Adanya pengembangan untuk lokasi-lokasi lain penerapan sistem pemanenan air hujan di kawasan kampus ITS.

*"Halaman Sengaja Dikosongkan"*

## DAFTAR PUSTAKA

Abdulla, F. A. dan A.W. Al-Shareef. 2009. Roof rainwater harvesting systems for household water supply in Jordan. **Desalination** 243: 195-207.

Amin M.T, dan M.Y. Han. 2009. Water environmental and sanitation status in disaster relief of Pakistan's 2005 earthquake. **Desalination** 248: 436–445.

Anonymous. 2008. **Rainwater Tank Design and Installation Handbook**. Australian Government : Australian Rainwater Industry Development Group

Badan Standarisasi Nasional. 2005. SNI 03-7065-2005: Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing

Chain, N. L., 2014. A Different Path: The Global Water Crisis and Rainwater Harvesting. **Consilience: The Journal of Sustainable Development** 12:147-157

Fairizi, D. 2015. Analisis dan Evaluasi Saluran Drainase pada Kawasan PERUMNAS Talang Kelapa di Subdas Lambidaro Kota Palembang. **Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan** 3:755-765

Furumai, H. 2008. Rainwater and Reclaimed Wastewater for Sustainable Urban Water Use. **Physics and Chemistry of the Earth** 33:340-346

Gunawan, I.A., Yulisa F., Agus R., 2013. **Perancangan dan Analisis Keandalan Sistem Pemanen Air Hujan pada Bangunan dengan Atap Hijau (Green Roof) di Kota Pontianak**. Pontianak: Universitas Tanjungpura.

Jothiprakash, V dan Sathe, M.V., 2009. Evaluation of Rainwater Harvesting Method and Structures Using Analytical Hierarchy

Process for a Large Scale Industrial Area. **Journal Water Resource and Protection** Vol 1:427-438.

Lee, K. E., Mazlin, M., Moh, M.H., Azhar, A.H., Jamaludin, B., 2016. Rainwater Harvesting as an Alternative Water Resource in Malaysia: Potential, Policies, and Development. **Journal of Cleaner Production**

Nazharia, C. dan Sri, M., 2014. Perhitungan Pembiayaan Pemanenan Air Hujan sebagai Sistem Penyediaan Air Bersih dalam Berbagai Skala di Kelurahan Sukajadi Kota Dumai. **Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota B SAPPK** Vol 2 : 79-88

Noerbambang, S. dan Morimura T. 2000. **Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Plambing**. PT. Pradnya Paramita.

Patel, U.R., Patel, V.A., Balya, M.I., dan Rajgor, H.M., 2014. Rooftop Rainwater Harvesting (RRWH) at SPSV Campus, Visnagar : Gujarat - a Case Study. **Interntional Journal of Research in Engineering an Technology** Vol 3:821-825

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 11/PRT/M/2014 Tentang Pengelolaan Air Hujan Pada Bangunan Gedung Dan Persilnya

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 Tentang Pemanfaatan Air Hujan.

Priyono, T.S.C., Emma, Y., dan Rini, W.S., 2013. Studi Penentuan Status Mutu Air di Sungai Surabaya untuk Keperluan Bahan Baku Air Minum. **Jurnal Teknik Pengairan** Vol 4:53-60.

Poediastoeti, H. 2012. Pengaruh Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Terhadap Pola Pemakaian Air Domestik

UNEP International Technology Centre. 2001. **Rainwater Harvesting**. Murdoch University of Western Australia.

Yulistyorini, A. 2011. Pemanenan Air Hujan sebagai Alternatif Pengelolaan Sumber Daya Air di Perkotaan. **Teknologi dan Kejuruan** Vol 34:105-114

Raharjo, D.Y. 2014. **Ketersediaan Air Bersih di Surabaya Sampai 2018**,  
<<http://surabayanews.co.id/2014/07/17/3176/ketersediaan-air-bersih-di-surabaya-sampai-2018.html>>.

Song, J., Han, M., Kim, T.I., dan Song, J.E., 2008. Rainwater Harvesting as a Sustainable Water Supply Option in Banda Aceh. **Desalination** 248:233-240

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**LAMPIRAN**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”





TGL	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
18	0	0	12	0	0	0	10	0	0	18	0	0
19	7	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	10
20	6	0	0	0	0	10	0	0	0	0	26	5
21	0	38	37	0	0	0	0	0	0	0	7	20
22	4	0	59	0	0	15	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	20	0	0	0	10	0	15
24	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0		12	5	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0		0		0		0	0		0		0

Sumber data : PSAWS Buntung Peketingan



TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
17	0	15	0	12	0	0	0	0	0	0	0	20
18	0	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	40	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	15	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	15	27	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0		60	0	20	0	0	0	0	0	0	50
30	0		0	58	0	0	0	0	0	0	0	80
31	0		0		5		0	0		0		0

Sumber data : PSAWS Buntung Peketingan



TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
19	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	25	39	0	0	0	0	0	0	0	0	64
22	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	5
23	55	0	0	20	0	0	0	0	0	0	1	0
24	75	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
26	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
27	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0		0	0	0	15	0	0	0	0	84	0
30	0		20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	67		0		0		0	0		0		0

Sumber data : PSAWS Buntung Peketingan



TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
18	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	75	0
21	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
28	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
29	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0		0	0	0	0	0	0	0	33	0	0
31	0		0		0		0	0		0		24

Sumber data : PSAWS Buntung Peketingan



Data Curah Hujan Stasiun Hujan Keputih Tahun 2009

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	9	0	16	10	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	6	26	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	10	26	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	22	5	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	120	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	9	0	48	0	0	50	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0
12	12	0	84	0	0	0	0	0	0	0	0	40
13	60	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
15	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	50	0	0	15	0	0	0	0	0	0	25

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
17	21	0	73	0	0	0	0	0	0	0	0	50
18	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	18	8	0	0	0	0	0	0	0	0	40
21	10	15	0	10	0	0	0	0	0	0	12	25
22	0	30	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	15	0	0	23	0	0	0	0	0	0	50
24	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	16	0	10	0	0	0	0	0	0	16	0
29	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
30	0		20	0	0	0	0	0	0	0	0	15
31	81		5	0	0		0	0		0		0

Sumber data : PSAWS Buntung Peketingan

Data Curah Hujan Stasiun Hujan Keputih Tahun 2010

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	25	0	26	25	15	0	0	0	0	0	9	10
2	30	10	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	42	25	25	25	0	9	0	0	0	6	90
4	0	35	20	0	0	13	6	0	0	0	3	10
5	25	40	20	0	20	15	1	0	0	0	10	5
6	40	30	25	35	0	0	0	0	25	0	15	40
7	14	15	40	20	0	15	0	0	15	0	46	0
8	0	30	0	0	21	25	0	0	0	21	0	0
9	0	0	0	25	10	20	0	0	0	27	0	0
10	15	0	12	0	15	0	6	0	0	0	0	10
11	10	0	0	25	15	15	0	0	0	0	10	0
12	0	8	0	30	0	0	8	0	15	0	0	5
13	25	6	0	20	30	0	0	0	0	0	0	0
14	0	10	0	15	10	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	15	15	0	0	0	0	46	0	5

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
16	0	0	0	30	10	0	0	0	0	18	0	0
17	0	0	0	10	25	0	0	0	0	3	0	7
18	0	25	30	20	0	0	0	0	0	0	0	5
19	15	46	25	0	15	0	0	0	0	0	0	0
20	20	25	0	0	20	0	0	0	10	0	5	10
21	40	20	10	0	0	0	0	0	8	0	6	0
22	25	0	0	15	15	0	0	0	15	0	0	0
23	0	26	0	20	25	0	0	0	14	0	0	10
24	40	20	45	30	35	0	0	10	0	0	0	0
25	40	0	52	25	15	0	0	0	15	0	10	0
26	25	26	0	20	0	0	0	0	0	0	0	12
27	28	32	0	15	0	0	6	0	0	0	0	5
28	5	35	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0
29	5		0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
30	0		15	0	0	0	0	0	0	0	5	0
31	0		0		0		0	0		19		0

Sumber data : PSAWS Buntung Peketingan

Data Curah Hujan Stasiun Hujan Keputih Tahun 2011

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	5	20	20	20	21	0	0	0	0	0	0	0
2	10	25	10	40	7	0	0	0	0	0	0	30
3	0	19	0	39	31	0	0	0	0	0	19	50
4	0	0	3	15	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	7	26	0	0	0	0	0	3	47
6	20	0	0	17	8	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	8	9	0	0	0	0	0	0	30	10
8	10	20	14	0	0	0	0	0	0	0	0	5
9	0	0	0	8	7	0	0	0	0	0	78	0
10	25	0	0	10	0	0	0	0	0	23	0	0
11	0	0	0	30	6	0	0	0	0	0	0	0
12	0	30	20	14	0	0	0	0	0	0	0	25
13	0	7	5	0	10	0	0	0	0	0	3	0
14	10	47	7	30	7	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	13	0	9	0	0	0	0	0	0	0	54

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
17	0	0	20	8	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	27	43
19	0	0	0	54	0	0	0	0	0	0	0	1
20	5	0	8	0	8	0	0	0	0	0	0	0
21	0	5	0	16	0	0	0	0	0	0	0	9
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	10	30	9	0	0	0	0	0	0	33	0
24	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
25	15	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20
26	21	15	25	28	0	0	0	0	0	0	0	21
27	0	0	24	10	0	0	0	0	0	0	0	25
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0
29	6		27	20	20	0	0	0	0	0	2	0
30	18		0	32	15	0	0	0	0	0	60	0
31	26		0		0		0	0		0		57

Sumber data : PSAWS Buntung Peketingan

Data Curah Hujan Stasiun Hujan Keputih Tahun 2012

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	72	11	15	0	0	0	0	0	0	0	0	47
2	49	10	0	8	0	0	0	0	0	0	0	31
3	0	24	0	0	9	0	0	0	0	0	0	24
4	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	33	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	40
6	24	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	9	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	67	0	30	0	0	0	0	0	0	10	0
9	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	32	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
11	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
12	6	21	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
13	0	9	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	7	11	0	24	0	0	0	0	0	0	0
15	52	10	7	22	17	0	0	0	0	0	0	28

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
16	61	55	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	20	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	11
18	16	3	20	0	0	0	0	0	0	0	13	10
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
20	55	3	21	0	0	0	0	0	0	0	47	10
21	0	4	0	19	0	0	0	0	0	0	0	18
22	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
23	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
24	4	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	9	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	19	5	0	0	0	0	0	0	0	0	26
27	0	0	35	4	0	0	0	0	0	0	0	64
28	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
30	85		0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
31	20		0		0		0	0		0		48

Sumber data : PSAWS Buntung Peketingan



Data Curah Hujan Stasiun Hujan Keputih Tahun 2013

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	38	0	0	30	10	0	0	0	0	0	0	0
2	30	8	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
3	12	15	8	0	0	15	65	0	0	0	0	0
4	65	25	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	10	30	0	25	0	0	0	0	0	0
7	22	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	10	22	20	5	0	0	0	0	0	0
10	0	0	18	0	12	0	0	0	0	0	0	0
11	0	7	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	35	0	18	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	20	12	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	20	25	6	47	5	0	0	0	0	0	0
15	42	19	40	20	0	39	0	0	0	0	5	0

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
16	0	0	25	25	0	0	0	0	0	0	10	0
17	0	45	21	0	0	0	0	0	0	0	5	0
18	26	0	20	0	0	52	0	0	0	0	0	0
19	47	0	35	8	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	7	19	0	0	0	0	0	15	0
21	22	0	0	5	8	0	0	0	0	0	0	0
22	30	0	0	0	10	0	7	0	0	0	10	0
23	14	0	0	80	12	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0
25	11	25	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
26	0	10	0	0	0	8	0	0	0	0	30	0
27	62	50	0	0	42	15	0	0	0	0	0	0
28	66	38	53	5	25	41	0	0	0	0	15	0
29	58		25	0	0	0	0	0	0	0	20	0
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0		0		0		0	0		0		0

Sumber data : PSAWS Buntung Peketingan



TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
16	5	15	3	0	0	0	0	0	0	0	12	62
17	0	70	4	0	0	0	0	0	0	0	0	30,5
18	5	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	15	10	0	0	0	0	0	0	0	5,5	134
20	8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
21	0	40	7	0	0	0	0	0	0	0	0	13,5
22	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,5
23	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	5	8
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	14	12,5
27	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	23
28	6	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
29	5		31	0	0	0	0	0	0	0	30	8
30	0		19	0	0	0	0	0	0	0	1	49
31	0		10		0		0	0		0		0

Sumber data : PSAWS Buntung Peketingan

Data Curah Hujan Stasiun Hujan Keputih Tahun 2015

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	12	0	14	0	27,5	0	0	0	0	0	0	0
2	20	23	14	10	13	0	0	0	0	0	0	0
3	25	3	2	25	42	0	0	0	0	0	0	0
4	0	40	20	9.5	1	0	0	0	0	0	0	25
5	6,5	63,5	59	7.5	22	0	0	0	0	0	0	24
6	3	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
7	0	25	13.5	4.5	0	0	0	0	0	0	0	12,5
8	0	1	0	61.5	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5
12	0	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	12	3,5	0	38.5	0	0	0	0	0	0	0	0
14	12	25	8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	65	0	37.5	0	0	0	0	0	0	0	9

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
16	10	15	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	30,5	9	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	45	8,5	9.5	17.5	0	0	0	0	0	0	0	0
19	58	15,5	6	2	0	0	0	0	0	0	14	9
20	37	44	37	0	0	0	0	0	0	0	15	0
21	0	44,5	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	2	30	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	13,5	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
25	6	2	0	6.5	0	0	0	0	0	0	1	0
26	7	5	18	0	19	0	0	0	0	0	12	18
27	0	7	0	0	4	0	0	0	0	0	59	20
28	44	4,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
29	60,5		0	10	0	0	0	0	0	0	4	30
30	20,5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	9		25		0		0	0		0		2

Sumber data : PSAWS Buntung Peketingan

## KLASIFIKASI PELANGGAN DAN TARIP AIR MINUM PDAM KOTA SURABAYA

Berdasarkan Peraturan Walikota No. 55 Tahun 2005 tanggal 29 Nopember 2005 tentang Tarip Air Minum dan Struktur Pemakaian Air Minum Perusahaan Daerah Air Minum Kota Surabaya, dan berdasarkan Peraturan Perusahaan, Perusahaan Daerah Air Minum Kota Surabaya No. 04 Tahun 2008 tanggal 03 Maret 2008 tentang Klasifikasi Kelompok Pelanggan Air Minum, maka dengan ini ditetapkan pengelompokan pelanggan PDAM Kota Surabaya.

KLASIFIKASI	Kode Tarip	Pemak. Air ( M <sup>3</sup> )	Tarip Air ( Rp/M <sup>3</sup> )	Pemak. Minum ( M <sup>3</sup> )
1	2	3	4	5
<b>KELOMPOK PELANGGAN I</b> 1. Hidran umum; 2. Tempat ibadah; 3. Rumah susun sewa (Rusunawa).	1	Non Progresif	600	10
<b>KELOMPOK PELANGGAN II</b> 1. Pondok Pesantren, Panti Asuhan, Panti Jompo, Panti Sosial; 2. Sekolah negeri, Madrasah, Sekolah swasta (TK, SD, SLTP,SLTA) dengan akreditasi C; 3. Balai pertemuan RT dan RW; 4. Rumah susun milik (Rusunami) dengan penjualan curah; 5. Rumah tangga (RT) 1, yaitu : Kelompok pelanggan rumah tangga yang memenuhi <b>semua</b> kriteria sebagai berikut : a. Didepannya terdapat jalan dengan lebar termasuk saluran/got dan berm < 3meter; b. Daya listrik terpasang < 1300 VA; c. Nilai Jual Obyek Pajak (NJOP) < Rp.50juta; d. Luas bangunan < 36 m <sup>2</sup> .	2A	0 - 10 11 - 20 21 - 30 >30	350 600 900 1.800	10
<b>KELOMPOK PELANGGAN III</b> 1. Layanan kesehatan milik Pemerintah (Puskesmas, Poliklinik, BKIA, Rumah Sakit) non komersial; 2. Kamar mandi umum, ponten / WC umum.	2B	0 - 10 11 - 20 >20	500 1.000 2.250	10
<b>KELOMPOK PELANGGAN IV</b> 1. Rumah tangga (RT) 2, yaitu : Kelompok pelanggan rumah tangga yang <b>tidak memenuhi salah satu</b> kriteria RT3, RT4,RT5 dan memenuhi salah satu <b>kriteria</b> sebagai berikut : a. Didepannya terdapat jalan dengan lebar termasuk saluran/got dan berm ≥ 3 meter akan tetapi< 5 meter; b. Daya listrik yang terpasang< 1300 VA; c. Nilai Jual Obyek Pajak (NJOP) ≥ Rp.50juta akan tetapi < Rp. 150 juta; d. Luas bangunan ≥ 36 m <sup>2</sup> akan tetapi < 120m <sup>2</sup> .	3A	0 - 10 11 - 20 >20	500 1.200 1.900	10

Sumber: pdam-sby.go.id

1	2	3	4	5
<b>KELOMPOK PELANGGAN V</b> 1. Kursus ketrampilan, Warnet/Wartel > 4 unit; 2. Salon kecantikan, usaha kesegaran jasmani, laundry; 3. Depot/Cafe, katering rumah tangga; 4. Lab. Medis, Apotik, Poliklinik swasta, BKIA swasta; 5. Rumah sakit swasta kategori kecil; 6. Losmen/Wisma/Penginapan/Guest House/Hotel non bintang; 7. Gedung pertemuan/Mess milik Pemerintah yang dikomersialkan; 8. Industri rumah tangga; 9. Kegiatan usaha/industri/profesi perorangan yang berskala Ekonomi kecil; 10. Layanan kesehatan milik Pemerintah yang dikomersialkan.	3B	0 - 10 11 - 20 >20	1.500 3.500 6.000	10
<b>KELOMPOK PELANGGAN VI</b> 1. Sekolah Swasta (TK, SD, SLTP, SLTA) dengan akreditasi A & B; 2. Pasar tradisional milik Pemerintah dan atau milik masyarakat; 3. Usaha kost lebih dari 5 kamar; 4. Perguruan Tinggi Negeri dan Swasta selain Akreditasi A; 5. Ruko/Rukan dengan lebar jalan termasuk berm ≤ 9 meter; 6. Rumah tangga (RT) 5, yaitu : Kelompok pelanggan rumah tangga yang memenuhi <b>salah satu</b> kriteria sebagai berikut: a. Di depannya terdapat jalan protocol, jalan Utama, jalan lainnya yang mempunyai Nilai ekonomis tinggi; b. Didepannya terdapat jalan dengan lebar termasuk saluran/got dan berm ≥ 15 meter; c. Daya listrik yang terpasang ≥ 4400 VA; d. Nilai Jual Obyek Pajak (NJOP) ≥ Rp.500 juta; e. Luas bangunan ≥ 300 m².	3C	0 - 10 11 - 20 >20	2.300 4.000 5.500	10
<b>KELOMPOK PELANGGAN VII</b> 1. Rumah susun milik dengan penjualan non curah; 2. Rumah tangga (RT) 3, yaitu : Kelompok pelanggan rumah tangga yang tidak memenuhi salah satu kriteria RT4, RT5 dan memenuhi <b>salah satu</b> kriteria berikut: a. Didepannya terdapat jalan dengan lebar termasuk saluran/got dan berm ≥ 5 meter akan tetapi < 6,5 meter; b. Daya listrik yang terpasang ≥ 1300 VA, akan tetapi < 2200 VA; c. Nilai Jual Obyek Pajak (NJOP) ≥ Rp.150 juta akan tetapi < Rp.250 juta; d. Luas bangunan ≥ 120 m² akan tetapi < 200m².	4A	0 - 10 11 - 20 >20	1.000 1.500 2.500	10
<b>KELOMPOK PELANGGAN VIII</b> 1. Kantor Pemerintah/ Asing/ Parpol; 2. Apartemen milik; 3. Rumah tangga (RT) 4, yaitu : Kelompok pelanggan rumah tangga yang tidak memenuhi <b>salah satu</b> kriteria RT 5 dan memenuhi salah satu kriteria sebagai berikut: a. Didepannya terdapat jalan dengan lebar termasuk saluran/got dan berm ≥ 6,5 meter akan tetapi < 15 meter; b. Daya listrik yang terpasang ≥ 2200 VA, akan tetapi < 4400 VA; c. Nilai Jual Obyek Pajak (NJOP) ≥ Rp.250 juta akan tetapi < Rp. 500 juta; d. Luas bangunan ≥ 200 m² akan tetapi < 300m².	4B	0 - 10 11 - 20 >20	1.500 2.200 3.500	10

Sumber: pdam-sby.go.id



1	2	3	4	5
<b>KELOMPOK PELANGGAN IX</b> 1. Usaha Pabrik/ Industri besar; 2. Semua usaha yang menggunakan air sebagai bahan Baku operasional; 3. Usaha pendinginan, pemanasan, tenaga uap, penyamakan; 4. Rumah Sakit kategori besar; 5. Perguruan tinggi negeri dan swasta akreditasi A.	4C	0 - 10 11 - 20 >20	4.000 6.000 7.500	10
<b>KELOMPOK PELANGGAN X</b> 1. Gudang, Kantor; 2. Restoran/rumah makan, Dept. Store/Swalayan, Pertokoan, Ruko/Rukan di jalan Protokol atau Lebar jalan termasuk berm > 9 meter; 3. Lembaga Pendidikan Profesi ; 4. Cuci/Salon Mobil Besar, Bengkel Automotive Besar; 5. Hotel berbintang, Rental Kondominium Dan Apartemen; 6. Kolam Renang, Fitness Centre, Tempat Hiburan; 7. Stasiun TV, Radio, BUMN, BUMD, Bank; 8. Apotik Besar, Lab.Medis Besar, gedung / fasilitas pemerintah yang dikomersialkan; 9. Pasar Pemerintah yang mengikutsertakan modal swasta / swakelola; 10.Usaha besar swasta yang terdiri atas PMDN/PMA; 11.Usaha bersama atau besar lainnya diluar kategori usaha kecil.	4D	0 - 10 11 - 20 >20	6.000 8.000 9.500	10
<b>KELOMPOK PELANGGAN XI</b> 1. Pelabuhan Udara 2. Pelabuhan Laut	5	Non Progresif	10.000	10

Dikeluarkan di : S u r a b a y a  
 Tanggal : 03 Maret 2008

A. n. Direksi Perusahaan Daerah Air Minum  
 Kota Surabaya



**DIREKTUR UTAMA**

**MOHAMAD SELIM**

Sumber: pdam-sby.go.id

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## HARGA SATUAN POKOK KEGIATAN (HSPK)

NOMOR	URAIAN KEGIATAN	Koef.	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp)	HARGA (Rp)
<b>24.05.01.02</b>	<b>Pemasangan <u>Tegel</u> Keramik 30x30 cm Polos</b>		<b>m2</b>		
	<b>Bahan:</b>				
20.01.01.02.02.F	Semen PC 50 Kg	0.2	Zak	66,000.00	13,200.00
20.01.01.02.03.F	Semen Berwarna Yiyitan	1.5	Kg	11,200.00	16,800.00
20.01.01.04.03.F	Pasir Pasang/Plester	0.045	M3	168,400.00	7,578.00
20.01.01.22.01.01.F	Keramik Lantai Putih Uk. 30 x 30 Cm	1.0683	M2	70,000.00	74,781.00
				<b>Jumlah:</b>	<b>112,359.00</b>
	<b>Upah:</b>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.035	Orang Hari	120,000.00	4,200.00
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang	0.035	Orang Hari	110,000.00	3,850.00
23.02.04.01.03.F	Tukang	0.35	Orang Hari	105,000.00	36,750.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.7	Orang Hari	99,000.00	69,300.00
				<b>Jumlah:</b>	<b>114,100.00</b>
				<b>Nilai HSPK</b>	<b>226,459.00</b>
				<b>Jumlah:</b>	<b>16,525.00</b>
23.02.04.01.04.F	<b>Upah:</b> Pembantu Tukang	0.25	Orang Hari	99,000.00	24,750.00
				<b>Jumlah:</b>	<b>24,750.00</b>
				<b>Nilai HSPK :</b>	<b>41,275.00</b>
<b>24.01.02.07</b>	<b>Penggalian Tanah Biasa untuk Konstruksi</b>		<b>m3</b>		
	<b>Upah:</b>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.025	Orang Hari	120,000.00	3,000.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.75	Orang Hari	99,000.00	74,250.00
				<b>Jumlah:</b>	<b>77,250.00</b>
				<b>Nilai HSPK :</b>	<b>77,250.00</b>

				Nilai HSPK :	12,378.00
24.01.02.14	Pengurugan tanah dengan pemadatan		m3		
	Bahan:				
20.01.01.04.01.F	Pasir Urug	1.2	M3	143,500.00	172,200.00
				Jumlah:	172,200.00
	Sewa Peralatan:				
23.02.05.12.01.06.F	Sewa Alat Bantu 1set @ 3 alat	8	M3	1,100.00	8,800.00
				Jumlah:	8,800.00
	Upah:				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.01	Orang Hari	120,000.00	1,200.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.3	Orang Hari	99,000.00	29,700.00
				Jumlah:	30,900.00
				Nilai HSPK :	211,900.00
24.03.03.15	Pembesian Besi (25x25)				
				Jumlah:	3,927,679.15
				Nilai HSPK:	3,927,679.15
24.07.03.08	Pekerjaan Plat Tutup Beton (1 Pc : 2 Ps : 3 Kr)		m3		
	Upah:				
24.03.01.07	Pekerjaan Beton K-225	1	m3	1,153,439.15	1,153,439.15
24.03.01.14	Pekerjaan Pembesian dengan besi beton (polos/ulir)	100	kg	14,498.00	1,449,800.00
24.03.01.20	Pekerjaan Bekisting Lantai	1.2	m2	378,800.00	454,560.00
				Nilai HSPK:	3,057,799.15
24.03.03.09	Pembesian Besi Atap BesiK diameter 10				

**Tabel 1** Biaya Pembangunan Ground Reservoir Blok A,C,D (HSPK, 2015)

No	Kegiatan	Kebutuhan	Koef	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga	panjang (m)	Luas Lahan (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Total Harga (Rp)
1	Pembersihan Lahan Ringan dan Perataan	Upah :					---	39,6	---	314.820,00
		Mandor	0,025	OH	120.000,00	3.000,00				
		Pembantu Tukang	0,05	OH	99.000,00	4.950,00				
		Nilai HSPK				7.950,00				
2	Penggalian Tanah untuk Konstruksi	Upah :					---	---	79,5	6.143.055,19
		Mandor	0,025	OH	120.000,00	3.000,00				
		Pembantu Tukang	0,75	OH	99.000,00	74.250,00				
		Nilai HSPK				77.250,00				
3	Pengangkutan tanah dari lubang galian dalamnya lebih dari 1m	Upah :					---	---	79,5	1.252.467,56
		Mandor	0,0075	OH	120.000,00	900,00				
		Pembantu Tukang	0,15	OH	99.000,00	14.850,00				
		Nilai HSPK				15.750,00				
4	Pengangkutan tanah sejauh 30 meter	Upah :					---	---	79,5	2.693.401,67
		Mandor	0,01	OH	120.000,00	1.200,00				
		Pembantu Tukang	0,33	OH	99.000,00	32.670,00				
		Nilai HSPK				33.870,00				
5	Pengurukan tanah dengan pemadatan	Bahan					---	---	37,6	7.976.922,53
		Pasir Urug	1,2	m <sup>3</sup>	143.500,00	172.200,00				
		Sewa Peralatan								
		Sewa alat bantu 1 set @ 3 alat	8	m <sup>3</sup>	1.100,00	8.800,00				

No	Kegiatan	Kebutuhan	Koef	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga	panjang (m)	Luas Lahan (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Total Harga (Rp)
		Upah :								
		Mandor	0,01	OH	120.000,00	1.200,00				
		Pembantu Tukang	0,3	OH	99.000,00	29.700,00				
		Nilai HSPK				211.900,00				
6	Pekerjaan beton K225	Bahan :					---	---	6,9	8.008.019,96
		Semen PC 40 kg	9,275	zak	63.000,00	584.325,00				
		Pasir Cor/ Beton	0,4362 5	m <sup>3</sup>	232.100,00	101.253,63				
		Batu Pecah Mesin	0,551	m <sup>3</sup>	466.000,00	256.766,00				
		Air Kerja								
		Upah :								
		mandor	0,083	OH	120.000,00	9.960,00				
		Kepala Tukang	0,028	OH	110.000,00	3.080,00				
		Tukang	0,275	OH	105.000,00	28.875,00				
		Pembantu Tukang	1,65	OH	99.000,00	163.350,00				
		Nilai HSPK				1.147.609,63				
7	Pekerjaan Bekisting Dinding	Bahan :					---	30,15	---	11.420.820,00
		Paku Triplek/ Eternit	0,4	Kg	22.000,00	8.800,00				
		Plywood Uk 122x244x9 mm	0,35	Lembar	93.600,00	32.760,00				
		Kayu Kamper Balok 4/6, 5/7	0,02	m <sup>3</sup>	6.400.000,00	128.000,00				
		Kayu Meranti Bekisting	0,03	m3	3.200.000,00	96.000,00				

No	Kegiatan	Kebutuhan	Koef	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga	panjang (m)	Luas Lahan (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Total Harga (Rp)
		Minyak Bekisting	0,2	Liter	28.300,00	5.660,00				
		Upah :								
		Mandor	0,033	OH	120.000,00	3.960,00				
		kepala Tukang	0,033	OH	110.000,00	3.630,00				
		Tukang	0,33	OH	105.000,00	34.650,00				
		Pembantu Tukang	0,66	OH	99.000,00	65.340,00				
		Nilai HSPK				378.800,00				
8	Pekerjaan plat tutup	Pekerjaan Plat Tutup Beton (1pc : 2 ps : 3 Kr)					---	---	3,7	11.475.920,21
		Upah :								
		Pekerjaan Beton K225	1	m <sup>3</sup>	1.153.439,15	1.153.439,15				
		Pekerjaan Pembesian dengan besi beton	100	kg	14.498,00	1.449.800,00				
		Pekerjaan Bekisting Lantai	1,2	m <sup>2</sup>	378.800,00	454.560,00				
		Nilai HSPK				3.057.799,15				
9	Pemasangan Tegel Keramik 30x30 cm Polos	Bahan :					---	37,03	---	8.385.776,77
		Semen PC 50 kg	0,2	zak	66.000,00	13.200,00				
		Semen Berwarna Yiyitan	1,5	kg	11.200,00	16.800,00				
		Pasir Pasang/Plester	0,045	m <sup>3</sup>	168.400,00	7.578,00				
		Keramik Lantai Putih Uk 30x30 cm	1,0683	m <sup>2</sup>	70.000,00	74.781,00				
		Upah :								
		Mandor	0,035	OH	120.000,00	4.200,00				

No	Kegiatan	Kebutuhan	Koef	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga	panjang (m)	Luas Lahan (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Total Harga (Rp)
		Kepala Tukang	0,035	OH	110.000,00	3.850,00				
		Tukang	0,35	OH	105.000,00	36.750,00				
		Pembantu Tukang	0,7	OH	99.000,00	69.300,00				
		Nilai HSPK			226.459,00					
TOTAL HARGA										57.671.203,89

Sumber: Perhitungan

**Tabel 2** Biaya Pembangunan Ground Reservoir Blok B (HSPK, 2015)

No	Kegiatan	Kebutuhan	Koef	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga	panjang (m)	Luas Lahan (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Total Harga (Rp)
1	Pembersihan Lahan Ringan dan Perataan	Upah :					---	17,155	---	136.382,25
		Mandor	0,025	OH	120.000,00	3.000,00				
		Pembantu Tukang	0,05	OH	99.000,00	4.950,00				
		Nilai HSPK				7.950,00				
2	Penggalian Tanah untuk Konstruksi	Upah :					---	---	30,9	2.390.877,84
		Mandor	0,025	OH	120.000,00	3.000,00				
		Pembantu Tukang	0,75	OH	99.000,00	74.250,00				
		Nilai HSPK				77.250,00				
3	Pengangkutan tanah dari lubang galian dalamnya lebih dari 1m	Upah :					---	---	30,9	487.460,53
		Mandor	0,0075	OH	120.000,00	900,00				
		Pembantu Tukang	0,15	OH	99.000,00	14.850,00				



No	Kegiatan	Kebutuhan	Koef	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga	panjang (m)	Luas Lahan (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Total Harga (Rp)
		Nilai HSPK				15.750,00				
4	Pengangkutan tanah sejauh 30 meter	Upah :					---	---	30,9	1.048.272,27
		Mandor	0,01	OH	120.000,00	1.200,00				
		Pembantu Tukang	0,33	OH	99.000,00	32.670,00				
		Nilai HSPK				33.870,00				
5	Pengurukan tanah dengan pemadatan	Bahan					---	---	16,8	3.560.158,39
		Pasir Urug	1,2	m <sup>3</sup>	143.500,00	172.200,00				
		Sewa Peralatan								
		Sewa alat bantu 1 set @ 3 alat	8	m <sup>3</sup>	1.100,00	8.800,00				
		Upah :								
		Mandor	0,01	OH	120.000,00	1.200,00				
		Pembantu Tukang	0,3	OH	99.000,00	29.700,00				
		Nilai HSPK				211.900,00				
6	Pekerjaan beton K225	Bahan :					---	---	6,9	8.008.019,96
		Semen PC 40 kg	9,275	zak	63.000,00	584.325,00				
		Pasir Cor/ Beton	0,43625	m <sup>3</sup>	232.100,00	101.253,63				
		Batu Pecah Mesin	0,551	m <sup>3</sup>	466.000,00	256.766,00				
		Air Kerja								
		Upah :								
		mandor	0,083	OH	120.000,00	9.960,00				

No	Kegiatan	Kebutuhan	Koef	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga	panjang (m)	Luas Lahan (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Total Harga (Rp)
		Kepala Tukang	0,028	OH	110.000,00	3.080,00				
		Tukang	0,275	OH	105.000,00	28.875,00				
		Pembantu Tukang	1,65	OH	99.000,00	163.350,00				
		Nilai HSPK				1.147.609,63				
7	Pekerjaan Bekisting Dinding	Bahan :					---	16,05	---	6.079.740,00
		Paku Triplek/ Eternit	0,4	Kg	22.000,00	8.800,00				
		Plywood Uk 122x244x9 mm	0,35	Lembar	93.600,00	32.760,00				
		Kayu Kamper Balok 4/6, 5/7	0,02	m <sup>3</sup>	6.400.000,00	128.000,00				
		Kayu Meranti Bekisting	0,03	m <sup>3</sup>	3.200.000,00	96.000,00				
		Minyak Bekisting	0,2	Liter	28.300,00	5.660,00				
		Upah :								
		Mandor	0,033	OH	120.000,00	3.960,00				
		kepala Tukang	0,033	OH	110.000,00	3.630,00				
		Tukang	0,33	OH	105.000,00	34.650,00				
		Pembantu Tukang	0,66	OH	99.000,00	65.340,00				
		Nilai HSPK				378.800,00				
8	Pekerjaan plat tutup	Pekerjaan Plat Tutup Beton (1pc : 2 ps : 3 Kr)					---	---	1,28625	3.933.094,16
		Upah :								
		Pekerjaan Beton K225	1	m <sup>3</sup>	1.153.439,15	1.153.439,15				
		Pekerjaan Pembesian dengan besi beton	100	kg	14.498,00	1.449.800,00				

No	Kegiatan	Kebutuhan	Koef	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga	panja ng (m)	Luas Lahan (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Total Harga (Rp)
		Pekerjaan Bekisting Lantai	1,2	m <sup>2</sup>	378.800,00	454.560,00				
		Nilai HSPK				3.057.799,15				
9	Pemasangan Tegel Keramik 30x30 cm Polos	Bahan :					---	16,05	---	3.634.666,95
		Semen PC 50 kg	0,2	zak	66.000,00	13.200,00				
		Semen Berwarna Yiyitan	1,5	kg	11.200,00	16.800,00				
		Pasir Pasang/Plester	0,045	m <sup>3</sup>	168.400,00	7.578,00				
		Keramik Lantai Putih Uk 30x30 cm	1,0683	m <sup>2</sup>	70.000,00	74.781,00				
		Upah :								
		Mandor	0,035	OH	120.000,00	4.200,00				
		Kepala Tukang	0,035	OH	110.000,00	3.850,00				
		Tukang	0,35	OH	105.000,00	36.750,00				
		Pembantu Tukang	0,7	OH	99.000,00	69.300,00				
		Nilai HSPK								
TOTAL HARGA									29.278.672,35	

Sumber: Perhitungan

**Tabel 3** Biaya Perpipaan Sistem PAH (HSPK, 2015)

No	Kegiatan	Kebutuhan	Koef	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga	panjang (m)	Luas Lahan (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Total Harga (Rp)
1	Pemasangan Pipa PVC 114 mm	<b>Bahan</b>					1657	---	---	87.106.584,44
		Lem PVC	0,1	buah	14300	1430				
		Pipa PVC 114	0,275	batang	131340	36118,5				

No	Kegiatan	Kebutuhan	Koef	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga	panjang (m)	Luas Lahan (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Total Harga (Rp)
		Upah								
		Tukang	0,013	OH	14300	185,9				
		Pembantu tukang	0,15	OH	99000	14850				
		Nilai HSPK			52.584,40					
2	Pemasangan Tee	Bahan					21	---	---	3.408.930,00
		Lem PVC	0,1	buah	14300	1430				
		Tee	1,1	batang	77150	84865				
		Upah								
		Tukang	0,017	OH	105000	1785				
		Pembantu tukang	0,75	OH	99000	74250				
		Nilai HSPK			162.330,00					
Total Harga									90.515.514,44	

Sumber: Perhitungan

**Tabel 4** Jumlah dan Biaya Aseories Pipa dan Talang

No	Aksesories	Blok	Jumlah	Satuan	Harga satuan	Total Harga
1	Talang air 8 inch	A	30	batang	86.000,00	2.580.000,00
		B	30			2.580.000,00
		C	30			2.580.000,00
		D	30			2.580.000,00
		E	30			2.580.000,00
		G	28			2.408.000,00
		H	28			2.408.000,00
		I	28			2.408.000,00
		J	28			2.408.000,00
		Total	262			22.532.000,00
2	<i>Gutter joint</i> (Penyambung Talang)	A	29	unit	6.500,00	188.500,00
		B	29			188.500,00
		C	29			188.500,00
		D	29			188.500,00
		E	29			188.500,00
		G	27			175.500,00
		H	27			175.500,00
		I	27			175.500,00
		J	27			175.500,00
		Total	253			1.644.500,00
3	<i>Stopend</i> (Penu- tup talang)	A	6	pasang	6.000,00	36.000,00
		B	6			36.000,00
		C	6			36.000,00
		D	6			36.000,00
		E	6			36.000,00
		G	8			48.000,00

No	Aksesories	Blok	Jumlah	Satuan	Harga satuan	Total Harga
		H	8			48.000,00
		I	8			8.000,00
		J	8			48.000,00
		Total	62			372.000,00
4	<i>Bracket</i> (Penggantung Talang)	A	145	unit	3.500,00	507.500,00
		B	145			507.500,00
		C	145			507.500,00
		D	145			507.500,00
		E	145			507.500,00
		G	135			472.500,00
		H	135			472.500,00
		I	135			472.500,00
		J	135			472.500,00
		Total	1265			4.427.500,00
5	<i>Nozzle</i> (Corong Penampung)	A	6	unit	20.000,00	120.000,00
		B	6			120.000,00
		C	6			120.000,00
		D	6			120.000,00
		E	6			120.000,00
		G	8			160.000,00
		H	8			160.000,00
		I	8			160.000,00
		J	8			160.000,00
		Total	62			1.240.000,00
6	Pipa Klem PVC 4 inch	A	12	unit	4.500,00	54.000,00
		B	12			54.000,00
		C	12			54.000,00

No	Aksesories	Blok	Jumlah	Satuan	Harga satuan	Total Harga
	(Penahan Pipa)	D	12			54.000,00
		E	12			54.000,00
		G	16			72.000,00
		H	16			72.000,00
		I	16			72.000,00
		J	16			72.000,00
		Total	124			558.000,00
7	elbow 45 derajat AW 4 inch (isi 18/box)	A	0,33	box	56.450,00	18.816,67
		B	0,33			18.816,67
		C	0,33			18.816,67
		D	0,33			18.816,67
		E	0,33			18.816,67
		G	0,44			25.088,89
		H	0,44			25.088,89
		I	0,44			25.088,89
		J	0,44			25.088,89
		Total	4			225.800,00
8	Elbow AW 4 inch (isi 9/box)	A	1	box	60.750,00	74.250,00
		B	1			60.750,00
		C	1			67.500,00
		D	1			67.500,00
		E	1			60.750,00
		G	2			101.250,00
		H	2			101.250,00
		I	2			101.250,00
		J	2			101.250,00
		Total	12			735.750,00

No	Aksesories	Blok	Jumlah	Satuan	Harga satuan	Total Harga
9	Ball Valve 4 inch	A	6	unit	300.000,00	1.800.000,00
		B	6			1.800.000,00
		C	6			1.800.000,00
		D	6			1.800.000,00
		E	6			1.800.000,00
		G	8			2.400.000,00
		H	8			2.400.000,00
		I	8			2.400.000,00
		J	8			2.400.000,00
		GR	3			900.000,00
Total						32.635.550,00



## BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Malang pada 16 Oktober 1994. Penulis menempuh jenjang pendidikan sekolah dasar di SDK Sang Timur Malang pada tahun 2000-2006. Pendidikan menengah pertama penulis ditempuh di SMPK Santa Maria II Malang pada tahun 2006-2009. Selanjutnya, pada tahun 2009-2012, penulis menempuh pendidikan menengah atas di SMAK Santo Albertus Malang. Pada tahun 2012, Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi

Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada masa perkuliahan, penulis aktif dalam mengikuti organisasi kemahasiswaan. Pada tahun 2013, penulis bergabung menjadi anggota Kelompok Pecinta dan Pemerhati Lingkungan (KPPL) HMTL ITS. Selain di organisasi tingkat jurusan, penulis juga aktif di organisasi tingkat Fakultas. Pada kepengurusan Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) FTSP ITS 2013-2014, penulis tercatat sebagai Staff Departemen Hubungan Luar. Pada kepengurusan HMTL 2014-2015, penulis dipercaya sebagai Ketua Divisi Konservasi Alam KPPL HMTL ITS.

Pada tahun 2015, penulis melaksanakan kerja praktik di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (*Indonesian Coffee and Cacao Research Institute*) di Jember. Penulis mengambil tema studi pengolahan limbah padat hasil produksi kopi dan kakao. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang dapat dikirim melalui email [cendyaquaresvita@gmail.com](mailto:cendyaquaresvita@gmail.com).